

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí (N1601)

Studijní obor: NOZP (1604T007)



Bc. Filip Szarvas

Vývoj početnosti lesních ptáků v České republice

Population trends of forest birds in Czech Republic

Typ závěrečné práce:

Diplomová práce

Vedoucí práce/Školitel:

prof. Mgr. Jiří Reif, Ph.D.

Praha, 2021

Abstrakt

V současnosti se většina vědecké pozornosti zaměřené na změny početnosti ptáků věnuje ptákům zemědělské krajiny. Výzkumům lesních ptáků je naopak věnováno daleko méně prostoru, a to i přes fakt, že lesy v Evropě tvoří v některých částech podstatnou část krajiny. Navíc v celé Evropě, a zejména v České republice, prochází razantními změnami. Ve druhé polovině 20. století docházelo ke zhoršování jejich kvality znečištěným ovzduším, později porosty regenerovaly, avšak čelily dalším výzvám, jako jsou globální změny klimatu a epidemie dřevokazného hmyzu. Lze tedy předpokládat jejich zásadní vliv na populace lesních ptáků. Většina prací zkoumající vlivy lesního prostředí a lesního hospodaření na ptačí populace je však jen velmi lokální, omezená na ekologicky hodnotná, a tedy dosti specifická, stanoviště, nebo zkoumá pouze malé množství druhů ptáků. Přitom se však údaje o vývoji stavu lesních ptáků v celé Evropě různí. Například ve Finsku lesní ptáci ubývají, kdežto v sousedním Švédsku je tomu naopak. V této práci jsem si dal za cíl lépe zmapovat, jaké vlastnosti lesních porostů ovlivňují konkrétní druhy ptáků, v rámci výzkumu provedeného na celém území České republiky. Rozhodl jsem se prozkoumat všechny typy lesů všech nadmořských výšek, lesy ochrannářsky zajímavé, lesy v horských územích i lesy čistě hospodářské. Hodnotil jsem výskyt lesních ptáků v různých typech lesa popsanych podle jednoduše měřitelných údajů: zastoupení jehličnatých stromů, míry poškození lesních porostů, věkové struktury, růstových fází, etáživosti a zakmenění lesních porostů. Následně jsem zjišťoval, jak se podepisuje vliv zastoupení jehličnatých stromů a stáří lesa na vývoji lesních ptáků v čase. Výsledky mé práce ukazují, že všechny zkoumané vlastnosti lesa ovlivňují výskyt velkého množství druhů ptáků. Nejdůležitějším faktorem pro distribuci většiny lesních ptáků je zastoupení jehličnatých, respektive listnatých stromů. Dále jsou ptáci velmi výrazně ovlivněni růstovými fázemi lesa a mírou poškození lesních porostů. Prokázání vlivu míry poškození u velkého množství druhů ptáků v celostátním měřítku nebylo v Evropě dosud provedeno a moje výsledky se zároveň jeví jako velmi přesné. Vliv etáživosti, věkové struktury a zakmenění byl také průkazný, významný byl však pro menší množství druhů než předchozí vlastnosti porostů. Zastoupení jehličnatých stromů mělo vliv na vývoj početnosti u dvanácti druhů ptáků. Stáří lesa mělo prokazatelný vliv na vývoj početnosti u osmi druhů ptáků. V případě těchto temporálních vztahů jde o jejich vůbec první prozkoumání na dlouhodobých datech z celostátního monitoringu ptáků v celosvětovém kontextu.

Klíčová slova: lesní hospodářství, preference druhu, ptačí druhy, vlastnosti lesa, změna početnosti

Abstract

Currently, most scientific attention focused on bird population trends is centred on birds in the agricultural landscape. Forest bird research, on the other hand, is given far less space, despite the fact that forests in Europe often form a substantial part of the landscape in some parts. Moreover, it is undergoing drastic changes throughout Europe, and especially in the Czech Republic. In the second half of the 20th century, their quality deteriorated due to air pollution, later regenerated, but other additional challenges have emerged, such as global climate change and epidemics of wood-destroying insects. It is therefore possible to assume their fundamental influence on forest bird populations. However, most of the work examining the effects of the forest environment and forest management on bird populations is only very local, limited to ecologically valuable, and therefore quite specific, habitats, or covering only a small number of bird species. However, data on the evolution of forest birds vary across Europe. In Finland, for example, forest birds are declining, while in neighbouring Sweden the trend is the opposite. In this study, I aim to better map what characteristics of forests affect specific species of birds, in research conducted throughout the Czech Republic. I decided to explore all types of forests at all altitudes, forests of conservation interest, forests in mountain areas and forests for purely commercial use. I evaluated the occurrence of forest birds in different types of forest described by easily measurable data: the proportion of coniferous trees, the degree of damage to forests, age structure, growth stages, amount of tree layers and stand density. Subsequently, I found out the influence of coniferous trees and the age of the forest on the development of forest birds over time. The results of my work show that all the investigated properties of the forest affect the occurrence of a large number of bird species. The most important factor for the distribution of most forest birds is the proportion of coniferous and deciduous trees. Furthermore, birds are very significantly affected by the growth stages of the forest and the degree of damage to forest stands. Demonstrating the effect of damage rates on a large number of bird species on a national scale has not yet been carried out in Europe, and my results also appear to be very accurate. The influence of the number of tree layers, age structure and stand density was also significant, but for a smaller number of species than the previous characteristics. The presence of conifers influenced the development of twelve bird species whilst the age of the forest had a demonstrable effect on eight species of birds. In the case of these temporal relationships, this is the first ever examination of long-term data from national bird monitoring in a global context.

Keywords: bird species, forest characteristics, forest management, change in abundance species preferences

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 13. 8. 2021

Bc. Filip Szarvas

Podpis:

Poděkování

Největší část mého vděku rozhodně směřuje k mému skvělému školiteli, Jiřím Reifovi za odbornou asistenci při statistickém zpracování dat, užitečné rady a trpělivou spolupráci, která občas nebyla jednoduchá.

Podobnou měrou však musím poděkovat Jelenovi, Staršímu čeledínovi datovýho chlíba, bez jehož obrovské pomoci a odborné asistence zejména při převedení mapových podkladů do datové podoby by tato práce s největší pravděpodobností nikdy nespátřila světlo světa.

Dále patří díky kolegovi Ondrovi Kameniarovi za odbornou asistenci s pokročilými statistickými metodami a za pomoc s úpravou lesnických dat.

V neposlední řadě také musím poděkovat mé úžasné přítelkyni, která mi byla při tvorbě práce oporou, prováděla korektury textu a jednou mi i uvařila.

Obsah

1. Úvod	6
2. Metodika	9
2.1. Data o početnosti ptáků	9
2.2. Data o lesích	9
2.3. Úprava dat	11
2.4. Analýza dat	12
3. Výsledky.....	13
3.1. Vliv lesních charakteristik na početnost ptáků.....	13
3.2. Vliv druhové skladby a stáří porostů na vývoj početnosti ptačích druhů	22
4. Diskuse.....	26
4.1. Shrnutí nejdůležitějších výsledků a zhodnocení hypotéz.....	26
4.2. Možné nepřesnosti v datech a jejich úpravě.....	27
4.3. Vliv zastoupení jehličnanů na ptačí druhy.....	29
4.4. Vliv dalších vlastností lesních porostů na ptačí druhy.....	30
4.5. Změna početnosti druhů v závislosti na vlastnostech porostů	42
5. Závěr	50
6. Seznam literárních zdrojů.....	52
7. Přílohy.....	59

1. Úvod

Ptáci, jejich konkrétní druhy i populace slouží jako jeden z nejpodstatnějších ekologických indikátorů. Nahrává tomu jejich všeobecná popularita, jejich poměrně jednoduché sčítání a rozšíření po velkých územích a ve všech nadmořských výškách (Canterbury et al. 2000, Gregory et al. 2003). Na základě zkoumání ptáků a ptačích populací vznikl nespočet odborných publikací, knih a vědeckých článků. Navíc se jedná o důležitou složku naší přírody a krajiny. Ptáci sehrávají podstatnou roli v potravních řetězcích, snižují stavy hmyzu, zabraňují jeho přemnožení a roznášejí semena mnoha stromů a bylin (Skercioglu 2016)

V současné době se ale v Evropě většina pozornosti věnuje ptákům zemědělské krajiny, a to z důvodů zhoršování životních podmínek pro tyto druhy v důsledku intenzifikace zemědělství a tím zapříčiněným poklesem jejich populací (Donald, Green, Heath 2001; Šťastný et al. 2004; Reif et al. 2008; Reif & Vermouzek 2019). Ptákům lesní krajiny je pak věnována daleko menší pozornost, a to i přesto, že tvoří daleko početnější skupinu druhů, než ptáci zemědělské krajiny (Koleček et al. 2010). Může to být i tím, že celkově početnost lesních ptáků v Evropě neklesá, dokonce lehce stoupá, toto ovšem neplatí pro všechny ptačí druhy a všechny části kontinentu (Reif et al. 2013; Reif 2013). Například ve Švédsku populace lesních ptáků roste, kdežto v sousedním Finsku je tomu naopak (Fraixedas, Lindén, Lehtikainen 2015; Ram 2017)

Z těchto důvodů se bude tato práce zabývat populacemi lesních druhů ptáků. Zaměřím se na území České republiky, neboť zde má monitoring početnost ptačích populací dlouhou tradici a existují poměrně kvalitní data z mnoha lokalit po celém území ČR. Pozornost si lesní druhy zasluhují i proto, že lesy tvoří třetinu rozlohy České republiky, přičemž na drtivé většině této rozlohy se lesnický hospodaří. V posledních letech dochází k velmi významným změnám v celkovém stavu našich lesů. Dochází sice dlouhodobě k celkovému zvětšování plochy lesa zalesňováním nelesních ploch (Špulák & Kacálek 2011; Ministerstvo Zemědělství 2021), zdravotní stav našich lesů však zůstává v rámci Evropy stále jedním z nejhorších (Hlásný et al. 2021). Jen co se naše lesy začaly postupně vzpamatovávat ze silného poškození způsobeného znečištěním ovzduší, musí čelit dalším výzvám. Jehličnaté, zejména smrkové porosty jsou extrémně zasaženy epidemií lýkožrouta umocněnou klimatickými změnami (IPCC 2018), zejména suchem a vyššími teplotami (Hlásný et al. 2021, Ministerstvo Zemědělství 2021). Lesy v některých částech našeho území jsou zdevastované, dochází ke snižování plochy jehličnatých porostů a k výrazné fragmentaci lesní krajiny (Adolt et al., 2020). Vytěžené dřevo v roce 2018-2019 z 90-95 % pocházelo z nějakých disturbancí, z čehož 50-70 % disturbancí bylo způsobeno lýkožroutem (Hlásný et al. 2021). Obnova vykácených lesů je v našich oblastech velmi složitá, díky přemnožené spárkaté zvěři dochází k intenzivnímu okusu

a téměř úplnému znemožnění přirozené obnovy lesů. Při porovnání kontrolních a srovnávacích ploch bylo zjištěno, že na neoplocených plochách vlivem okusu dochází ke snížení biodiverzity a výraznému potlačení citlivých druhů dřevin, například jedle bělokoré. Navíc dochází k výraznému snížení přírůstku u mladých dřevin, dokonce u 76 % zkoumaných (Turek et al. 2021). Mění se taktéž druhová skladba porostů. V důsledcích nižší odolnosti jehličnatých stromů klimatickým změnám a také vysoké míry poškození smrkových porostů epidemií lýkožrouta dochází ke zvýšení zastoupení listnatých druhů stromů při obnovných procesech. Zatímco v roce 2000 činil poměr jehličnatých porostů v obnově 63,6 %, v roce 2019 to bylo 48,7 %. Dochází navíc, a v budoucnu bude docházet ještě více ke změnám způsobů hospodaření. V současné době zcela převládá holosečný způsob hospodaření a umělá obnova porostů, v rámci boje s klimatickou změnou jsou však do legislativy i praxe zaváděny jiné postupy ve využívání zemědělské plochy, zejména výběrný způsob hospodaření, využívání lesní plochy v sušších oblastech pomocí pařezin, obnova porostů z podrostu (Poleno, Vacek, Podrázský 2009; Brang et al. 2014; Ministerstvo zemědělství 2021), z nichž každý bude mít jiný efekt na vývoj ptačích populací než v současnosti aplikované postupy. (Hansson 1983; Beese & Bryant 1999; Robinson & Robinson 1999; Annand & Thompson).

Je proto s podivem, že přes výše popsané podstatné změny v lesních porostech jsou vlivy lesního hospodaření na ptačí populace velmi málo zmapované. Je však zřejmé, že některé ptačí druhy jsou vlastnostmi lesa výrazně ovlivněné, ať už z důvodů vhodného prostředí pro stavbu hnízd či hledání potravy (James & Wamer 1982; Cueto & Casenave 1999). Většina prací ve střední Evropě navíc pochází z malých území, které se v drtivé většině nachází v přírodně bohatých oblastech chráněných území a hor (Moning & Müller 2008; Birčák & Reif 2015; Schulze et al. 2019; Kameniar et al. 2021). Ještě menší množství prací se pak v Evropě věnuje zkoumání vlivu vlastností lesa na změny početnosti ptačích druhů. Pokud nějaké takové studie existují, jsou většinou pouze lokální, nebo jsou velmi staré a nepracují s tak přesnými daty (Helle & Järvinen 1986). V mé práci se proto budu věnovat území celé české republiky, všem typům lesa a všem nadmořským výškám.

Zkoumané vlastnosti lesních porostů byly vybrány na základě jejich potenciálního předpokládaného vlivu na ptačí druhy a jejich dobré měřitelnosti. Byly vybrány vlastnosti lesa, které mohou nepřímo sledovat vliv nějaké charakteristiky, která se na celostátní úrovni neměří ale prokazatelně ovlivňuje jednotlivé druhy. Například světlost porostu, množství mrtvého dřeva, bohatost lesního podrostu a bylinného patra a jiné.

Cílem mé práce je zjistit, (i) jaké konkrétní vlastnosti lesa mají vliv na konkrétní ptačí druhy, (ii) jak se v případě charakteristik, které prokazatelně početnost ptáků ovlivňují, podepisuje jejich změna na vývoji populací ptáků v čase; posledním cílem je vytvoření uceleného přehledu všech

vlastností lesa a všech ptačích druhů jimi ovlivněných. Konkrétně má práce má pak za cíl testovat následující hypotézy.

- i. Vliv skladby porostů podle zastoupení jehličnanů bude nejprůkaznější a bude ovlivňovat největší množství druhů, protože výskyt většiny druhů ptáků je přímo závislý na biodiverzitě prostředí, která je v lese závislá na druhové skladbě stromů (Franklin 1988; Haila & Kouki 1994; Easton & Martin 1998; Cueto & Casenave 1999)
- ii. Z poškození porostů budou profitovat zejména druhy preferující světlejší a starší lesy a druhy hnízdící v dutinách stromů. Poškozené lesy totiž mívají větší poměr odumřelých stromů, s nimi spojené větší množství odumřelého dřeva, hnízdních dutin a lepší prostupnost světla do prostoru lesa.
- iii. Porosty starší budou preferovat zejména druhy hnízdící v dutinách stromů a druhy preferující světlejší lesy a bohatý podrost. Podobně jako poškozené porosty, starší porosty mají obecně světlejší interiér a s ním spojený bohatší podrost. Starší porosty mají také větší množství hnízdních příležitostí pro druhy hnízdící v dutinách.
- iv. Z porostů v nižších růstových fázích budou profitovat druhy mladších lesních porostů a také druhy preferující okraje lesních porostů. Nižší růstové fáze totiž podle satelitních snímků indikují vývoj lesa nezávisle na lesnických plochách. Rozesrávají tak tedy velmi dobře plochy mladého lesa i na okrajích či v interiérech lesů starších, stejně tak i plochy menších disturbancí nezasahujících celou plochu lesa.
- v. Z lesů majících více pater bude profitovat většina druhů vyžadujících bohatý podrost mladých stromků. Druhy, které budou preferovat méně pater budou druhy preferující lesy bez podrostu. Vyšší hodnota stromových pater totiž často indikuje existenci bohaté podrostní vrstvy v lesích.
- vi. V porostech s nižším zakmeněním se budou častěji vyskytovat druhy preferující světlejší porosty a druhy vázané na lesní podrost. Zakmenění ve starších lesích dobře indikuje hustotu porostu, hustotu korunového zápoje a s ním spojené množství podrostu v lesích.

2. Metodika

2.1. Data o početnosti ptáků

Data o početnosti ptačích druhů jsem získal z každoročního Jednotného programu sčítání ptáků (JPSP) v České republice, který se zaměřuje na monitoring běžně hnízdících druhů a který organizuje Česká společnost ornitologická. Sčítání probíhá každoročně od roku 1982 na celém území ČR a je prováděno zkušenými ornitology. V každém místě sčítání (transektu) je 20 sčítacích ploch o průměru 100 m vzdálených od sebe 300-500 m. Zde jsou ptáci pozorováni po dobu pěti minut a jsou zapsáni všichni slyšení, nebo vidění jedinci. Většina sčítacích ploch je navštívena za hnízdící sezónu dvakrát, aby byli pokryti jak ptáci hnízdící dříve, tak později. Některé jsou však navštíveny pouze jednou, nebo dokonce třikrát. Data byla poskytnuta ve dvou provedeních. Data použitá pro zkoumání vlivů poškození porostů byla z ploch, kde se sčítá nejméně 7 let do roku 2017 a byla použita data za celé sledované období (nejdéle 24 let). Data pro zkoumání zbylých vlastností porostů byla z ploch, kde se sčítá nejméně 3 roky do roku 2020 a byla použita data za maximálně 10 let sčítání. Z ploch, kde každoročně proběhla dvě, nebo dokonce tři jarní sčítání bylo použito maximální pozorované množství ptáků. Vzhledem k určitému množství nezjištěných jedinců lze dobře předpokládat, že tento počet je bližší realitě, než třeba průměr z obou sčítání (Kéry & Schmid 2006).

Následně jsem vybral 43 druhů lesních ptáků, podle toho, zda se jedná o lesní ptáky a vhodné lesní indikátory (Voříšek et al. 2020) a vyřadil jsem druhy, které byly zastoupeny na méně než deseti transektech v alespoň jednom z datasetů.

2.2. Data o lesích

Data o lesních charakteristikách byla získána z Ústavu pro hospodářskou údržbu lesů Brandýs nad Labem. Data o poškození lesních porostů jsou pro roky 1984–2017, vyjma roku 1989. Ostatní data jsou za rok 2019 pro smíšenost, etáživost a zakmenění, 2018 pro věkovou strukturu lesů se zastoupením smrku ztepilého nad 20 % a 2015 pro růstové fáze lesa.

Moje práce zkoumá následující lesní charakteristiky:

Procentuální zastoupení jehličnatých stromů na sčítací ploše. Data pocházejí z podkladové mapy sledující zastoupení stromů jehličnatých a listnatých v porostních skupinách na základě lesních hospodářských plánů České republiky. Lesní porosty jsou děleny na listnaté (>75 % listnatých stromů), jehličnaté (>75 % jehličnatých stromů) a smíšené

Poškození a mortalita lesních porostů na sčítací ploše. Data získaná na základě mapy, která je odvozena z infračerveného indexu lesa FII (z anglického Forest Infrared Index) – poměr obsahu vody ke stavu buněčné struktury v asimilačním aparátu lesního porostu, vypočtený odrazivostí v infračervených pásmech spektra. Sběr dat pro následný výpočet FII byl proveden na základě družicových snímků. Mapa obsahuje pouze lesy mající korunový zápoj nad 70 % a porosty starší dvaceti let. Lesní porosty jsou děleny na listnaté a jehličnaté a dále podle poškození na porosty zdravé, vykazující první příznaky poškození, mírně poškozené, poškozené, silně poškozené a velmi silně poškozené. Pro některé roky mohou data na části sčítacích ploch chybět z důvodů oblačnosti, nebo smogu, ve starších letech pak z důvodů horší kvality družicových snímků. „FII se stanovuje normalizací poměru odrazivostí lesního porostu v infračervených pásmech spektra SWIR a NIR. odrazivost lesního porostu v blízkém infračerveném pásmu záření NIR obsahuje informaci o stavu buněčné struktury jeho asimilačního aparátu. odrazivost lesního porostu ve středním infračerveném pásmu záření SWIR obsahuje informaci o obsahu vody v jeho asimilačním aparátu“ (převzato z ÚHÚL 2021).

Věková struktura. Data získána z podkladové mapy lesních porostů se zastoupením smrku ztepilého nad 20% vytvořené podle lesních hospodářských plánů. Les je dělen na 8 kategorií věkových tříd po 20 letech: Věková třída I. (1-20 let), věková třída II. (21-40 let), věková třída III. (41-60 let), věková třída IV. (61-80 let), věková třída V. (81-100 let), věková třída VI. (101-120 let), věková třída VII. (121-140 let), věková třída VIII. (>141 let). Pro zkoumání vlivu věkové struktury porostů na vývoj početnosti ptáků byly lesní plochy rozděleny do tří kategorií podle průměrného stáří lesa na sčítací ploše. Na lesy mladé (do 30 let), na lesy středně staré (30–60 let) a na lesy staré (60 a více let).

Růstové fáze. Data jsem získal z mapy růstových fází vzniklou „segmentací rastru normalizovaného digitálního modelu povrchu (nDSM). Výsledné segmenty jsou definovány výškou dřevin a reprezentují tak hranice porostu jako prvku se společným obnovním postupem“ (převzato z ÚHÚL 2021). Les je dělen do čtyř kategorií podle vývoje lesa na: holinu/kulturu/nálet/nárost/mlazinu (jedná se o porosty mladé, od prvních růstových fází lesa vzniklých vysemeněním až po dobře zapojený porost s výčetní tloušťkou kmenu do 5cm), tyčkovinu (jedná se o porost mladý, se střední výčetní tloušťkou kmenů mezi 6 – 12 cm, spodní část lesa je silně zatemněná a dochází k odumírání spodních větví), tyčovina (jedná se o porosty středního věku, střední výčetní tloušťka kmenů je v rozmezí 13 – 19 cm, dochází k poklesu výškového přírůstu) a kmenovinu (jedná se o porosty dospívající, dospělé a přestárlé, střední výčetní tloušťka kmenů je více jak 20cm a věk je nad 50 let). (Poleno, Vacek, Podrázský 2009)

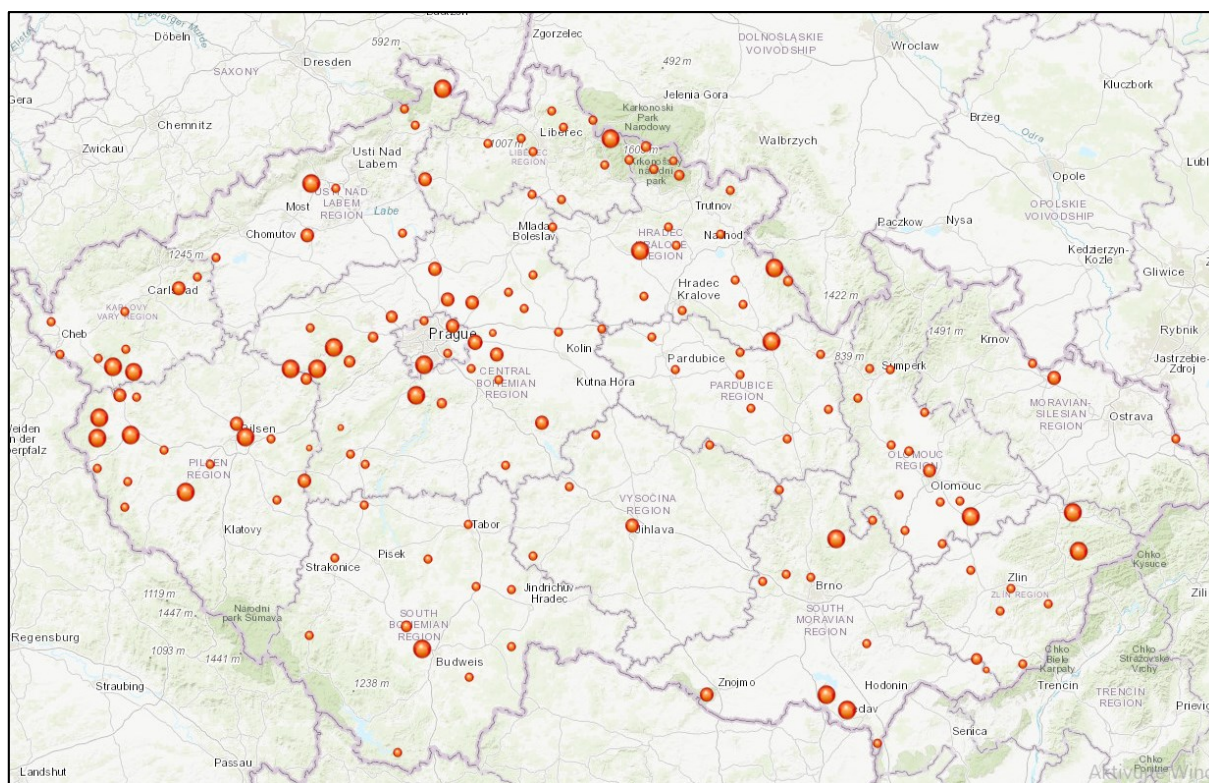
Etáživost. Data získána na základě mapy etáživosti vytvořené podle lesních hospodářských osnov. Lesní porost je dělen podle počtu lesních pater do 4 kategorií na porosty s jedním patrem (většina hospodářských porostů), se dvěma patry (většinou porostní patro a podrost pro obnovu, popřípadě více druhové hospodářské lesy), se třemi patry (většinou horské oblasti různověkých smrkových lesů), se čtyřmi patry (velmi vzácně, přirozené, mladé a bezzásahové lesy; Poleno, Vacek, Podrázský 2009).

Zakmenění. Data získána na základě mapy zakmenění vytvořené podle lesních hospodářských osnov. Lesní porost je dělen do jedenácti kategorií podle míry zakmenění, tj. podle procentuálního využití lesní plochy dělené na kategorie 0-10, tedy 0-100% využití růstové plochy.

2.3. Úprava dat

Nejdříve byly na základě mapových podkladů z corine land cover (European Environment Agency 2021) vyřazeny z ptačích dat údaje o sčítání, které nepocházely z ploch, kde bylo zastoupení lesa více jak 99 %. Tím byly vytvořeny dva datasety. První dataset obsahoval plochy, kde souvislé sčítání probíhalo alespoň 7 let a data o početnosti ptáků z těchto ploch byla za období od roku 1984 do roku 2017. Tento dataset byl použit pro posouzení vlivu poškození lesa na ptačí druhy. Druhý dataset obsahoval sčítací plochy, kde probíhalo souvislé sčítání alespoň 3 roky a data o početnosti ptáků z těchto ploch byla za období od roku 2010 do roku 2020 (Obr. 1). Tento dataset byl následně použit na posouzení vlivu všech zbylých vlastností lesa. Následně v programu QGIS byly charakteristiky z mapových podkladů přiřazeny všem lesním plochám, kde probíhalo sčítání ptáků. Pro každou plochu jsem tak měl údaje o každoročních počtech jedinců pro jednotlivé druhy ptáků, které tam byly zaznamenány, a údaje o lesních charakteristikách. Údaje o lesních charakteristikách byly v případě poškození na každoroční bázi od roku 1984 do roku 2017, vyjma roku 1989 kdy data chyběla a byla přiřazena k 479 sčítacím bodům na 84 transektech. Ostatní lesní charakteristiky pocházely z jednoho roku, z toho důvodu jsou na ně vztažena data o ptácích pouze za deset let, protože deset let se bere jako maximální střední doba, během které les ještě neprojde razantnější změnou (Poleno, Vacek, Podrázský 2009). Data o etáživosti (983 bodů na 107 transektech), zakmenění (1009 bodů na 109 transektech) a smíšenosti (1009 bodů na 126 transektech) pochází z roku 2019, data o věkové struktuře (453 bodů na 81 transektech) pochází z roku 2018 a data o růstových fázích lesa (636 bodů na 107 transektech) z roku 2015.

Obr. 1 Mapa sčítacích ploch. Větší body znázorňují větší množství sčítacích ploch.



Esri (2021)

2.4. Analýza dat

Následné statistické vyhodnocení výsledků v programu R

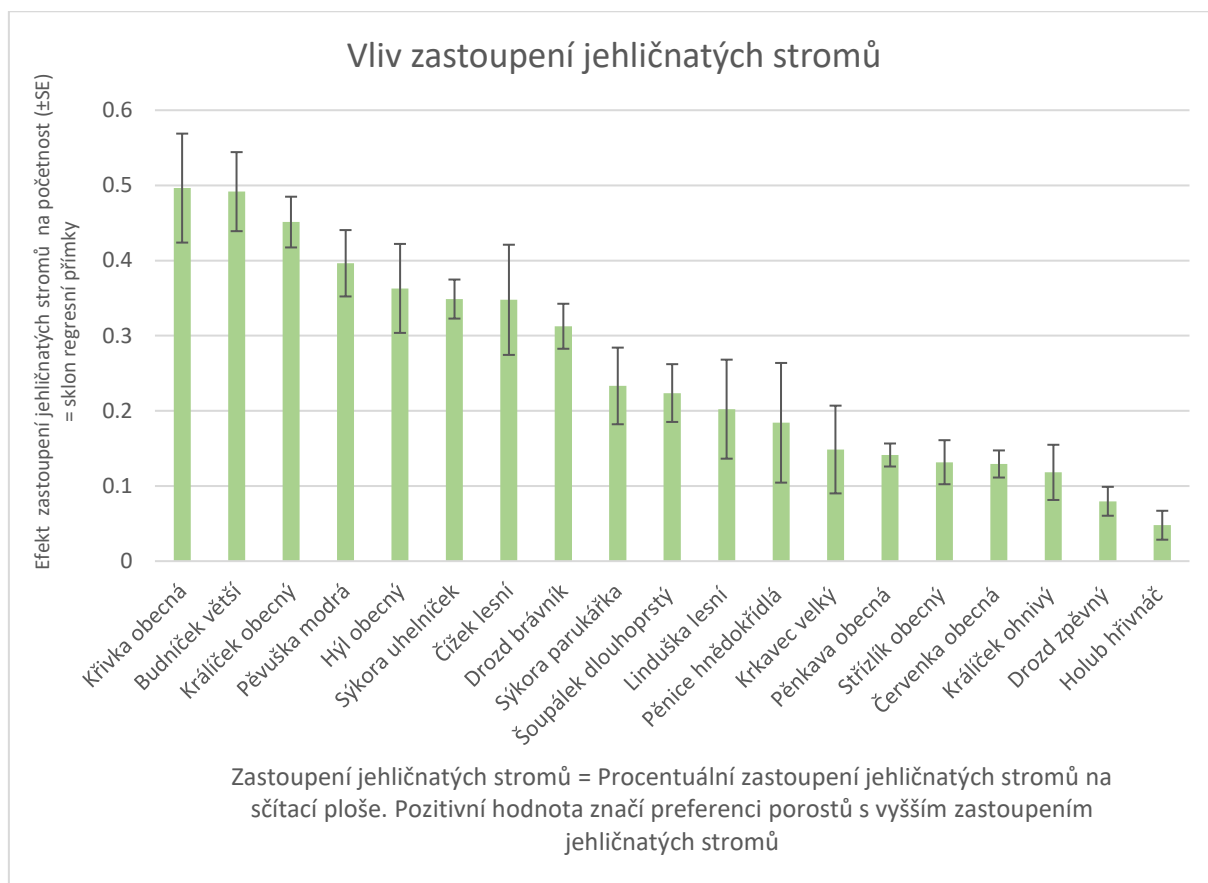
Statistické metody a balíčky využití v programu R byly následující: Lineární model se smíšenými efekty, s Poissonovým rozdělením a logaritmickou transformací, kde vysvětlovaná proměnná byla početnost ptáků na lokalitě a vysvětlující proměnná vždy některá z vlastností porostů. Jako proměnná s náhodným efektem byla sčítací plocha (početnost jedinců od jednoho druhu \sim vlastnosti porostů + (1 | identifikační číslo sčítací plochy)) (i), potažmo stejný model, kde navíc k vysvětlující proměnné v podobě lesní charakteristiky byla přidána její interakce s rokem sčítání (početnost jedinců \sim rok * vlastnosti porostů + (1 | identifikační číslo sčítací plochy)) (ii). Základní statistickou jednotkou je počet jedinců zjištěný na jedné ploše v jednom roce. Výslednou hodnotou je pak pro kontinuální proměnné (i) hodnota sklonu regresní přímky udávající změnu početnosti ptáků za jednotku dané proměnné, nebo kategoriální proměnné (ii) průměrná početnost jedinců v dané kategorii.

3. Výsledky

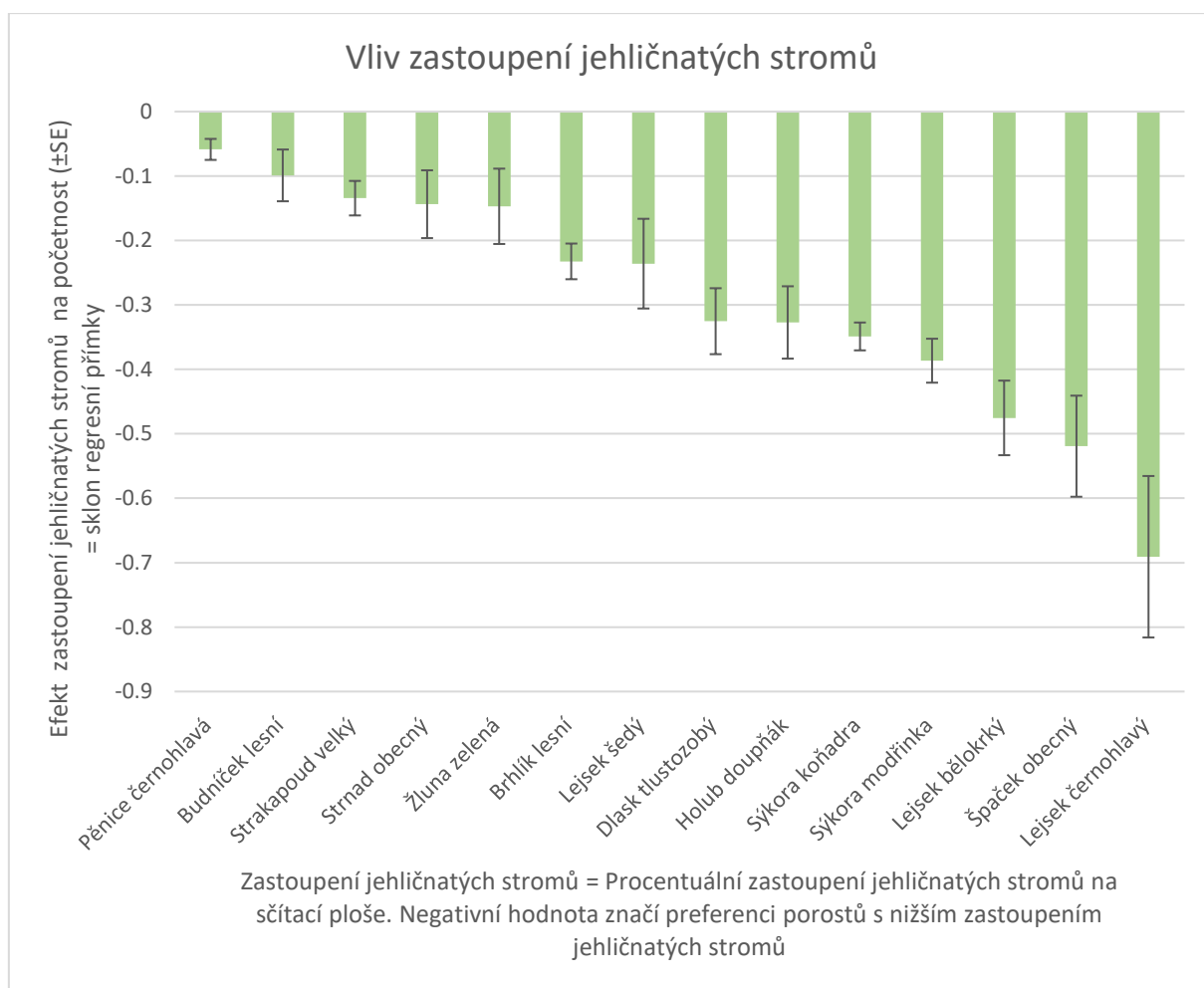
3.1. Vliv lesních charakteristik na početnost ptáků

Vliv zastoupení jehličnanů na ptačí druhy

Procentuální zastoupení jehličnatých lesů na sčítacích plochách se ukázalo jako vlastnost lesa, která ovlivňuje největší množství ptačích druhů. Statisticky průkazný vliv vyšel u 33 druhů. Výsledky poměrně přesně naznačují, které druhy preferují jehličnaté a které listnaté lesy. Největší preferenci jehličnatých porostů jsem zaznamenal u křivky obecné (*Loxia curvirostra*), budníčka většího (*Phylloscopus trochilus*), králíčka obecného (*Regulus regulus*) a pěvušky modré (*Prunella modularis*) (Graf 1). Více průkazných vztahů jsem zaznamenal u lesů jehličnatých, 19 druhů, zatímco u lesů listnatých to bylo druhů 14. Listnaté lesy pak nejvíce preferují lejsek černohlavý (*Ficedula hypoleuca*), špaček obecný (*Sturnus vulgaris*), lejsek bělokříký (*Ficedula albicollis*) a sýkora modřinka (*Parus caeruleus*) (Graf 2). Všechny přesné hodnoty pro vlastnosti lesních porostů a jejich vlivu na ptačí druhy jsou na konci dokumentu v přílohách (Tabulka 1, Tabulka 2, Tabulka 3)



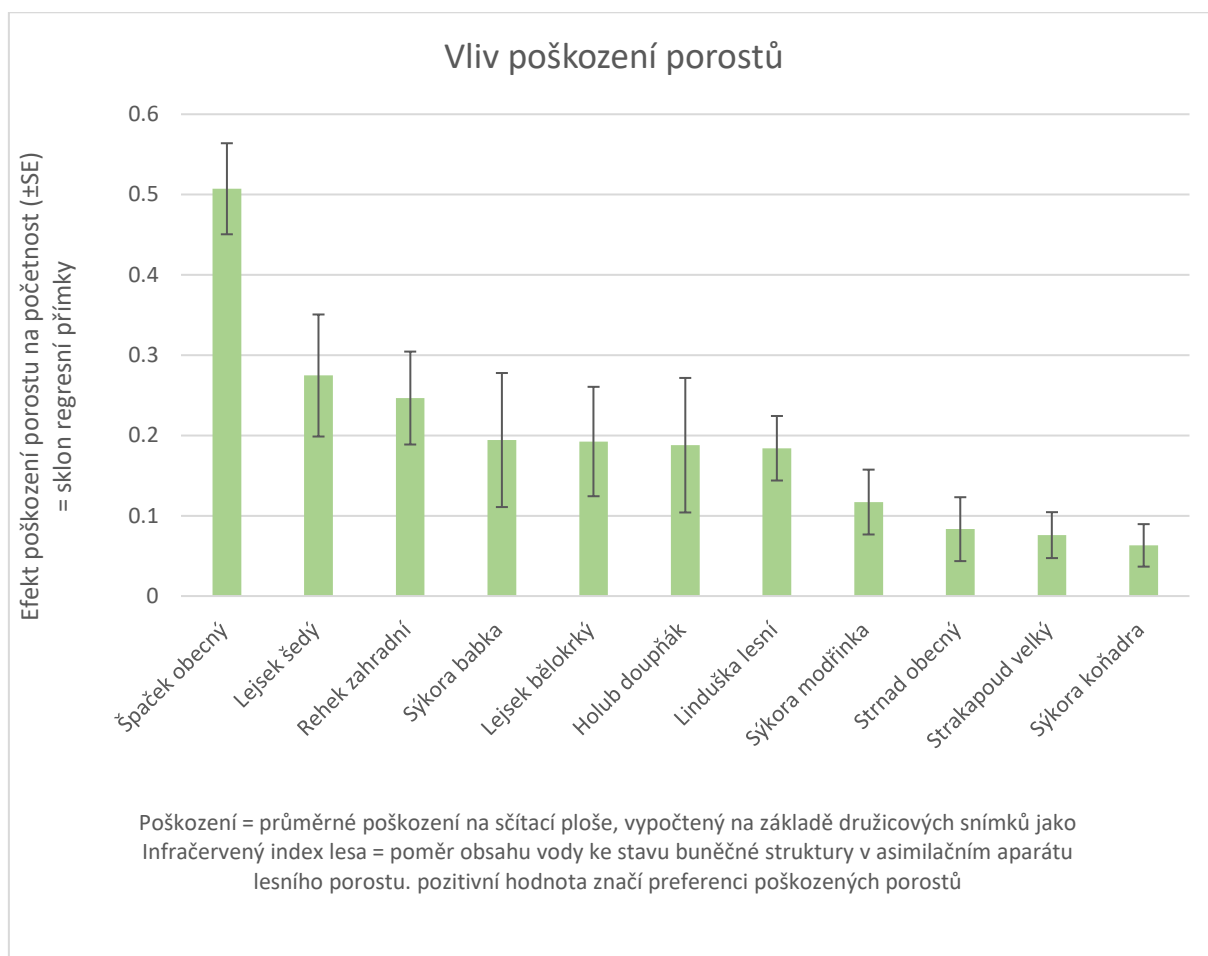
Graf 1 - Vliv zastoupení jehličnanů na ptačí druhy – Druhy preferující jehličnaté porosty



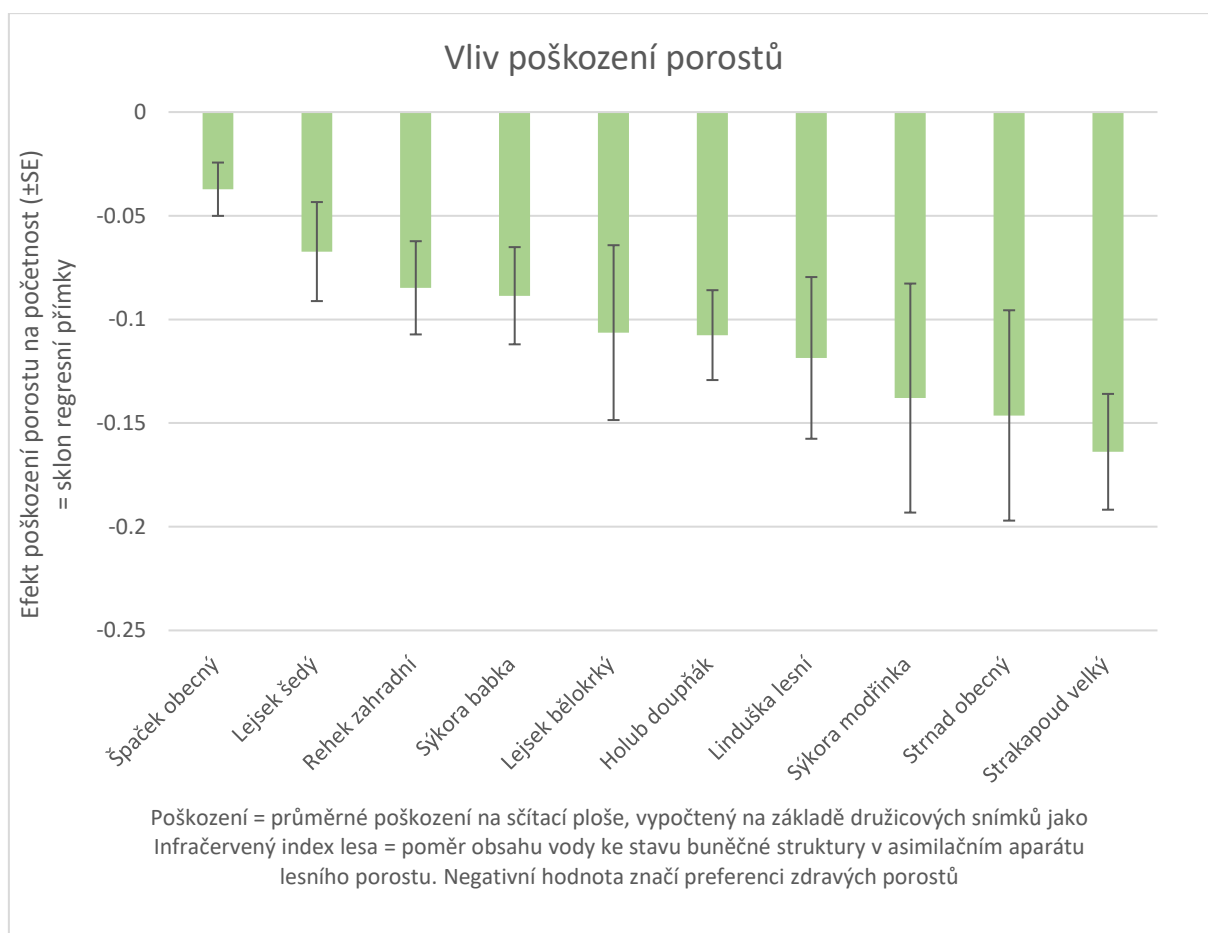
Graf 2 - Vliv zastoupení jehličnanů na ptačí druhy – Druhy preferující listnaté porosty

Vliv poškození porostů na ptačí druhy

Poškození porostů mělo statisticky průkazný vliv na 20 druhů ptáků. Mezi druhy, které silněji inklinují k poškozenějším porostům patří špaček obecný, lejsek šedý, rehek zahradní (*Phoenicurus Phoenicurus*) a holub doupňák (*Columba oenas*) (Graf 3). Zdravější lesy naopak preferují králíček obecný, sýkora parukářka (*Parus cristatus*), hýl obecný (*Pyrrhula Pyrrhula*) a pěvuška modrá (Graf 4).



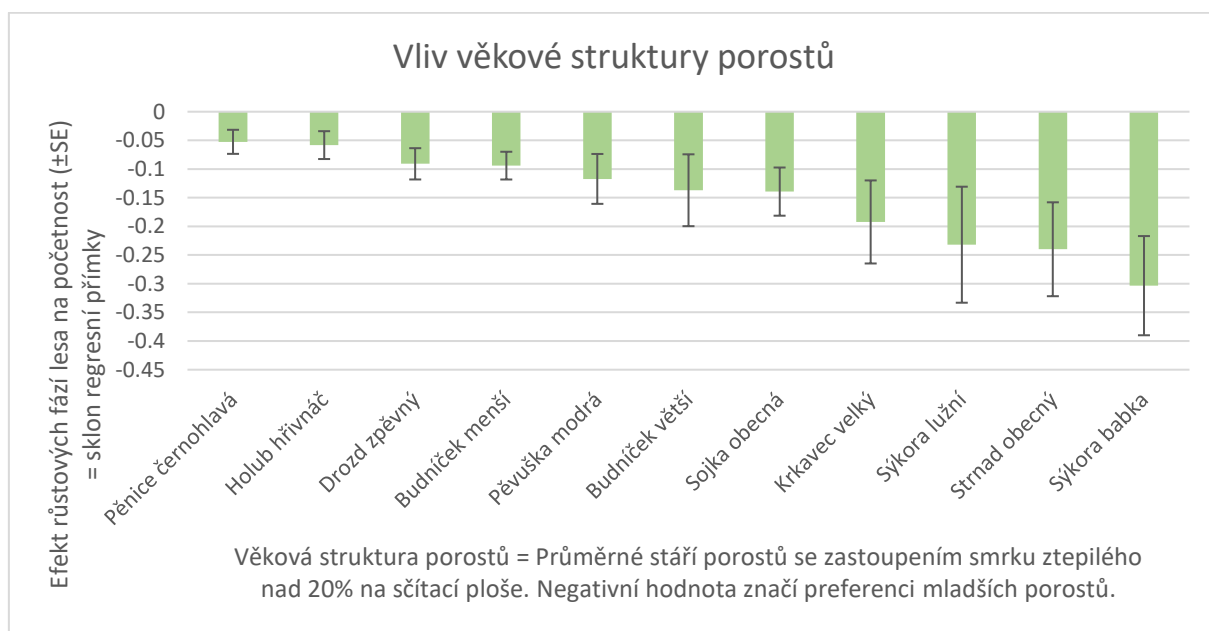
Graf 3 - Vliv poškození porostů na ptačí druhy – Druhy preferující poškozené porosty



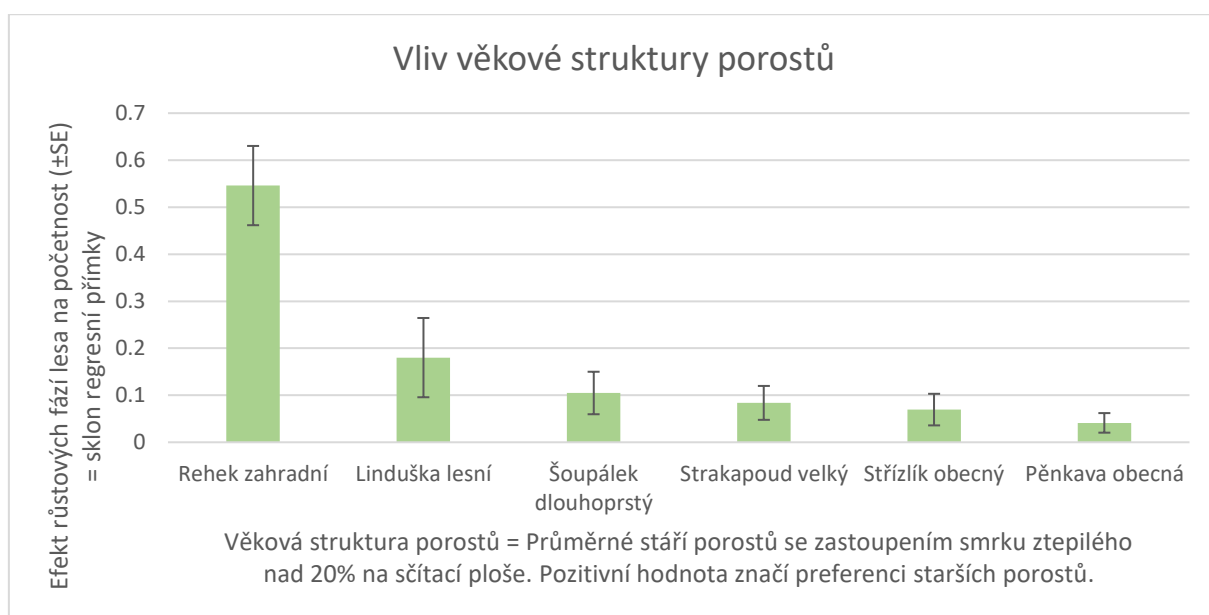
Graf 4 - Vliv poškození porostů na ptačí druhy – Druhy preferující zdravé porosty

Vliv věkové struktury porostů na ptačí druhy

Zdrojová data vytvořena jako průměr stárí lesa na sčítací ploše. Se stoupající hodnotou roste vazba ptačích druhů na starší lesy. Věková struktura porostů měla statisticky významný vliv na 17 druhů ptáků. Celkem překvapivé je, že většina z těchto druhů preferuje spíše porosty mladší (11), například sýkora babka (*Parus palustris*), strnad obecný (*Emberiza citrinella*), sýkora lužní (*Parus montanus*) nebo krkavec velký (*Corvus corax*) (Graf 5). Mezi druhy preferující porosty starší pak patří rehek zahradní, linduška lesní (*Anthus trivialis*), šoupálek dlouhoprstý (*Certhia familiaris*) a strakapoud velký (*Dendrocopos major*) (Graf 6).



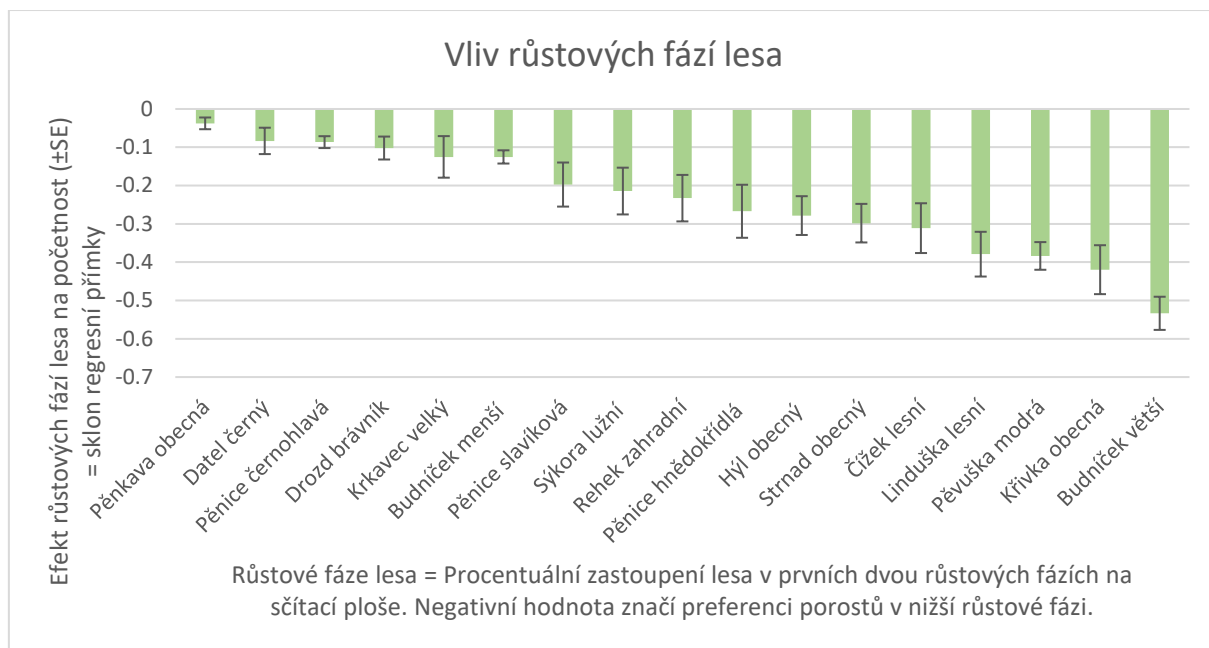
Graf 5 - Vliv věkové struktury porostů na ptačí druhy – Druhy preferující mladší porosty



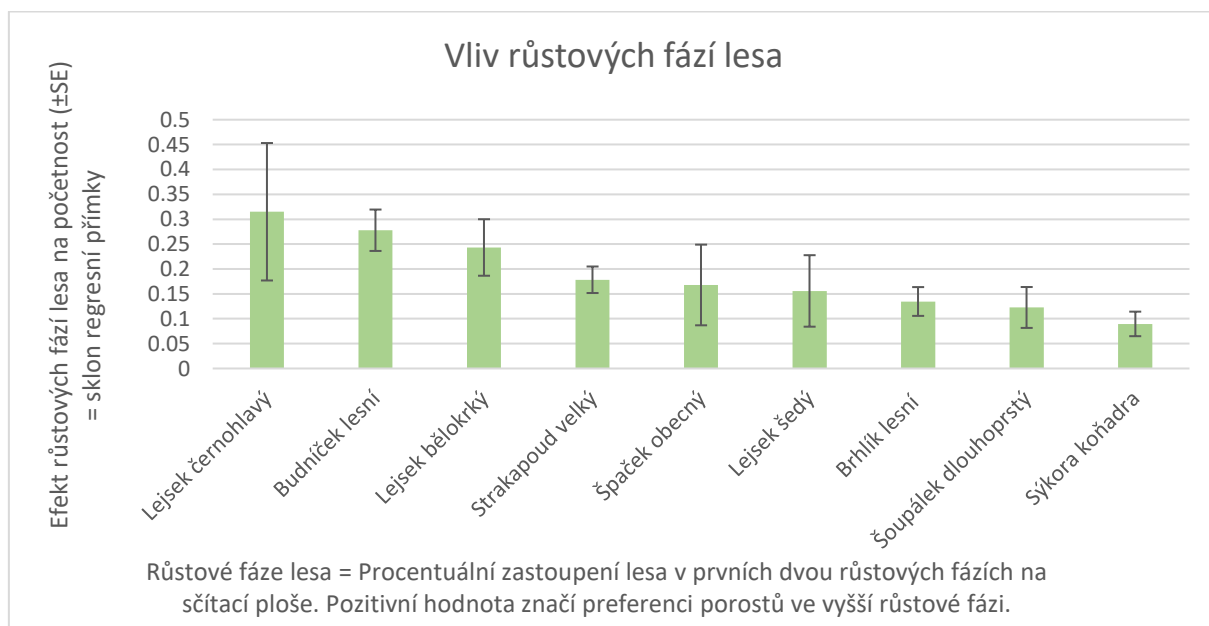
Graf 6 - Vliv věkové struktury porostů na ptačí druhy – Druhy preferující starší porosty

Vliv růstových fází lesa na ptačí druhy

Zdrojová data vytvořena jako procentuální zastoupení lesů v prvních dvou růstových fázích na sčítací ploše. Se stoupající hodnotou stoupá počet ptáků v lesích ve vyšších růstových fázích. Růstové fáze lesa měly statisticky průkazný vliv na 26 druhů. Většina z nich pak preferuje spíše lesy v nižších růstových fázích (17), mezi které patří budníček větší, poměrně překvapivě křivka obecná, pěvuška modrá a linduška lesní (Graf 7). Druhy preferující lesy ve vyšší růstové fázi jsou pak lejsek černohlavý, budníček lesní (*Phylloscopus sibilatrix*), lejsek bělokrký a strakapoud velký (Graf 8)



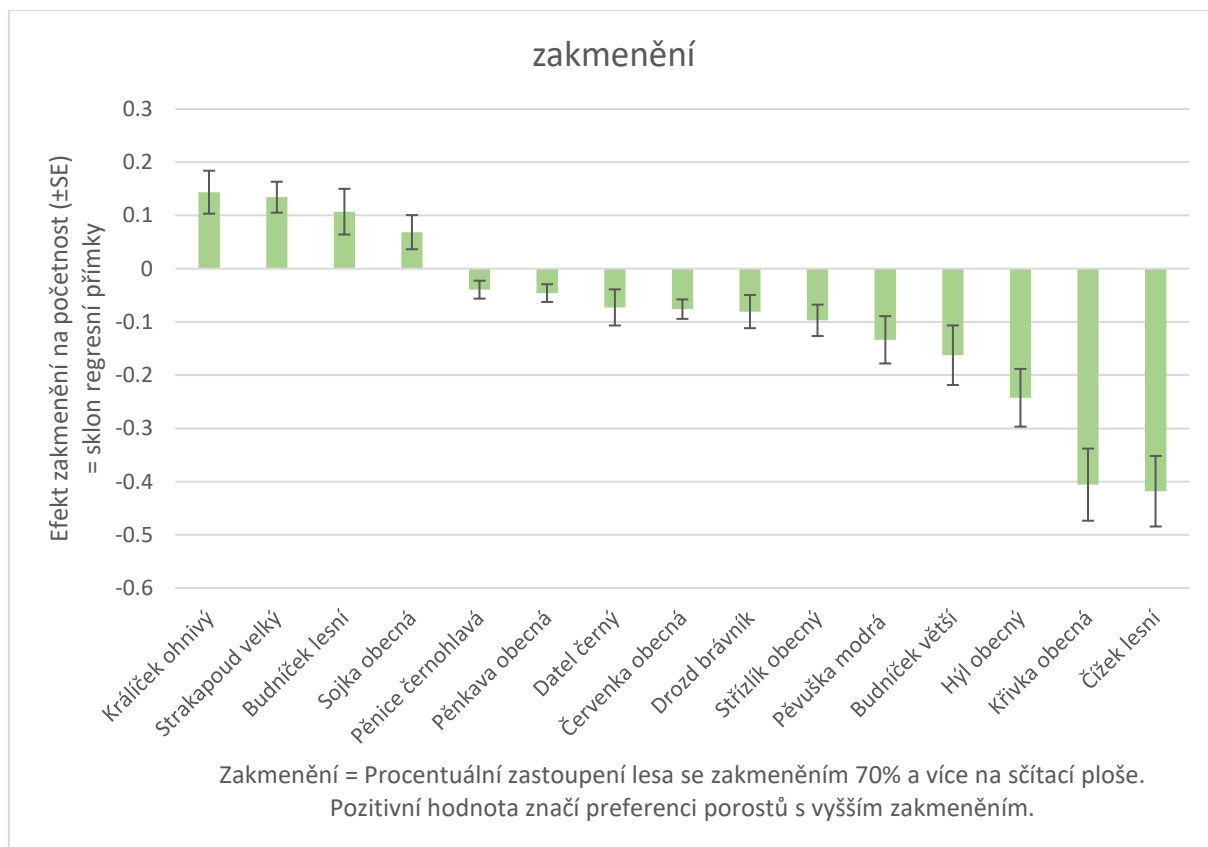
Graf 7 – Vliv růstových fází lesa na ptačí druhy – Druhy preferující nižší růstové fáze lesa.



Graf 8 – Vliv růstových fází lesa na ptačí druhy – Pouze druhy preferující vyšší růstové fáze lesa

Vliv zakmenění na ptačí druhy

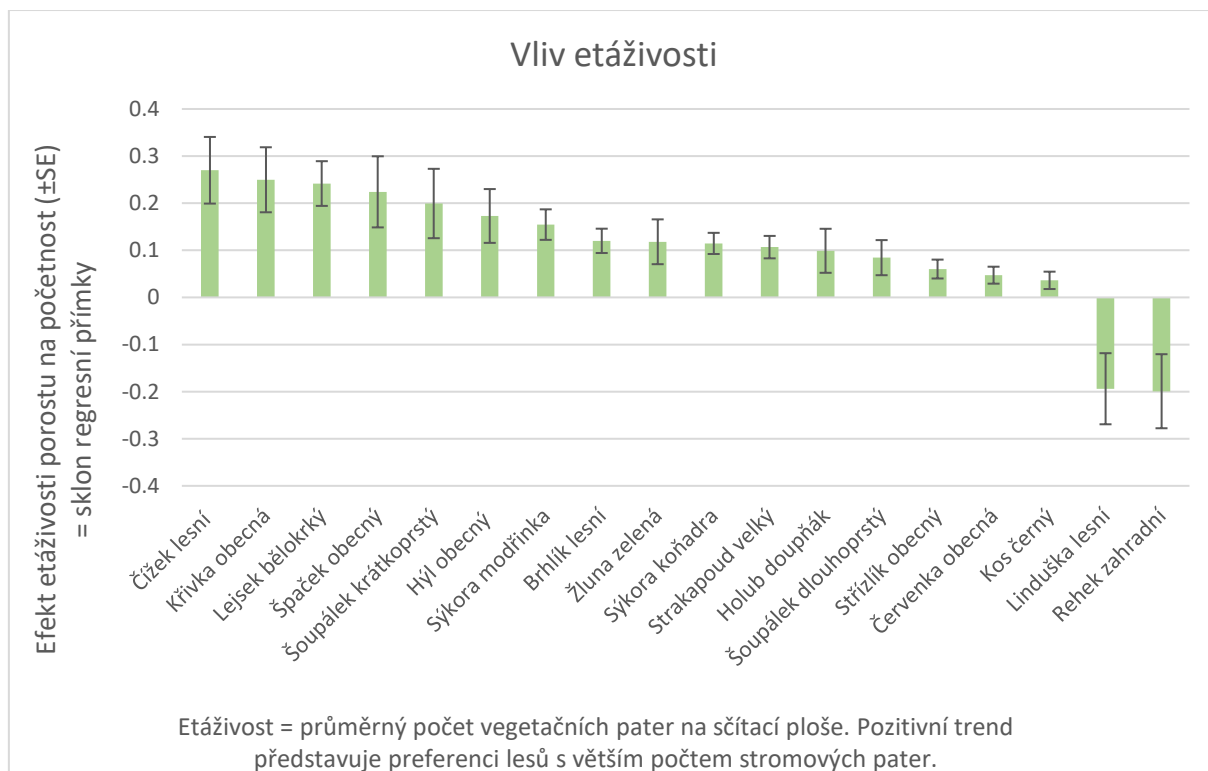
Zdrojová data vytvořena jako procentuální zastoupení lesů se zakmeněním 0,7 a nižším na sčítací ploše. Se stoupající hodnotou stoupá početnost ptáků v lesích s vyšším zakmeněním. Zakmenění mělo prokazatelný vliv na 15 druhů ptáků. Pouze 4 druhy profitují z vyšší hodnoty zakmenění. Králíček ohnivý (*Regulus ignicapillus*), strakapoud velký, budníček lesní a sojka obecná (*Garrulus glandarius*). Většina druhů pak preferuje lesy se zakmeněním nižším. Například čížek lesní (*Carduelis spinus*), křivka obecná, hýl obecný (*Pyrrhula pyrrhula*) a budníček větší (Graf 9).



Graf 9 – Vliv zakmenění porostu na ptačí druhy

Vliv etáživosti na ptačí druhy

Zdrojová data vytvořena jako průměrný počet stromových pater na sčítací ploše. Se stoupající hodnotou stoupá počet ptačích druhů v lesích s větší průměrnou hodnotou stromových pater. Počet stromových pater v lese měl prokazatelný vliv na 18 druhů ptáků, z nichž pouze dva druhy preferují lesy s menším množstvím stromových pater, rehek zahradní a linduška lesní. Ostatní druhy ocení spíše lesy s větším množstvím stromových pater, nejvíce pak čížek lesní, křivka obecná, lejsek bělokrký a špaček obecný (Graf 10).

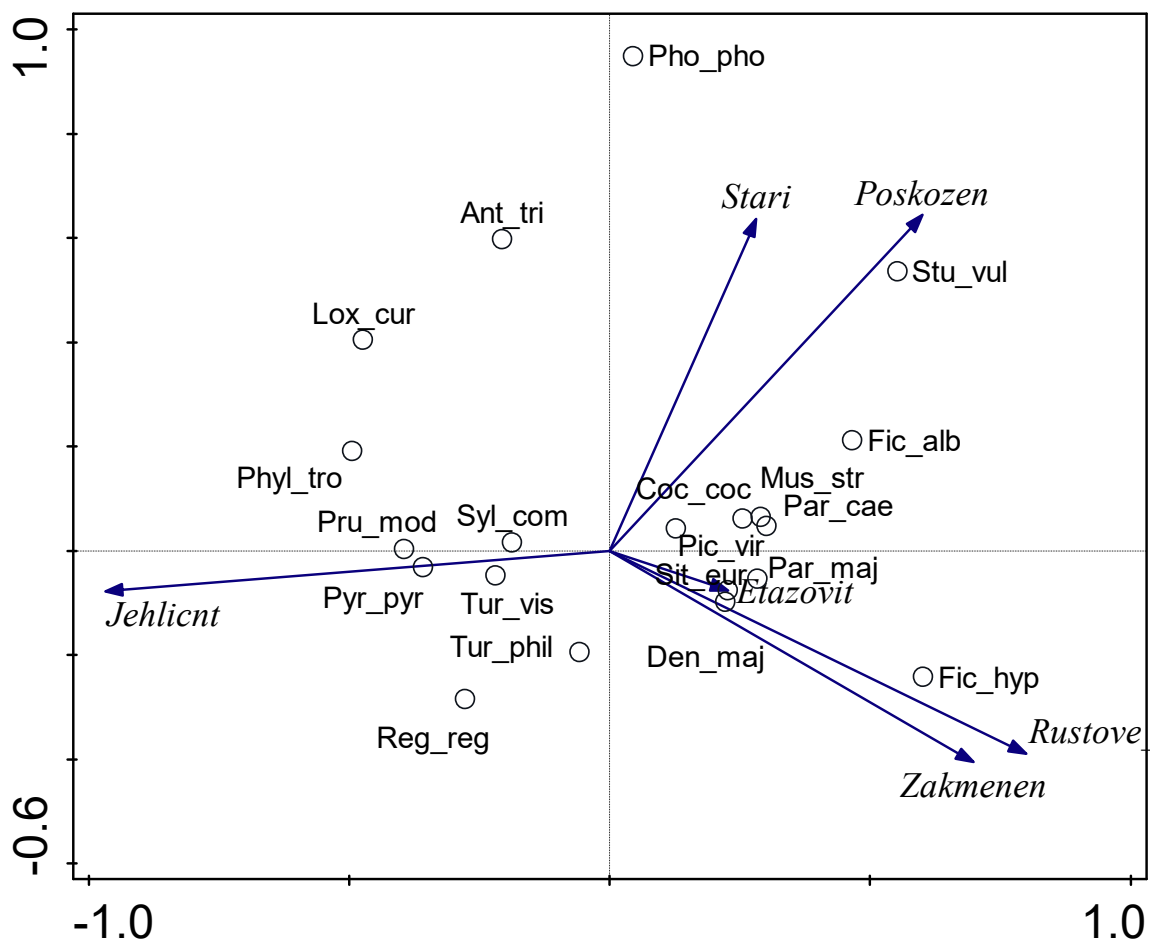


Graf 10 – Vliv etáživosti lesa na ptačí druhy

Celkové srovnání analýzou PCA

Pomocí analýzy hlavních komponent (PCA) (Obr. 2) lze poměrně dobře porovnat, jak různě proměnné ovlivňují různé ptačí druhy. Z analýzy lze usoudit, že věková struktura lesa a poškození porostů jsou proměnné, které podobným způsobem ovlivňují podobné druhy. Ještě daleko markantnější podobnost nalezneme u růstových fází lesa a zakmenění porostů. Druhy, které preferují lesy nižších růstových fází preferují také lesy méně zkamenělé. Velmi průkazný je také vliv zastoupení jehličnatých porostů na ptačí druhy. Druhy, které preferují jehličnaté porosty zároveň také více preferují porosty zdravé, v nižších růstových fázích a mladší, není zde však souvislost tak zřejmá. Vliv etáživosti porostu nebyl v celkovém porovnání tak významný.

Obr. 2 - Výsledek analýzy hlavních komponent (PCA) ukazující vztah jednotlivých druhů ptáků a různých charakteristik lesních porostů v ČR. Jako data pro PCA byly použity regresní koeficienty jednotlivých druhů získané pomocí zobecněných lineárních modelů se smíšenými efekty. Osa X vysvětluje 63,19% variability (eigenvalue 0,6319) a osa Y kumulativně 76,8% variability (eigenvalue 0,1361)

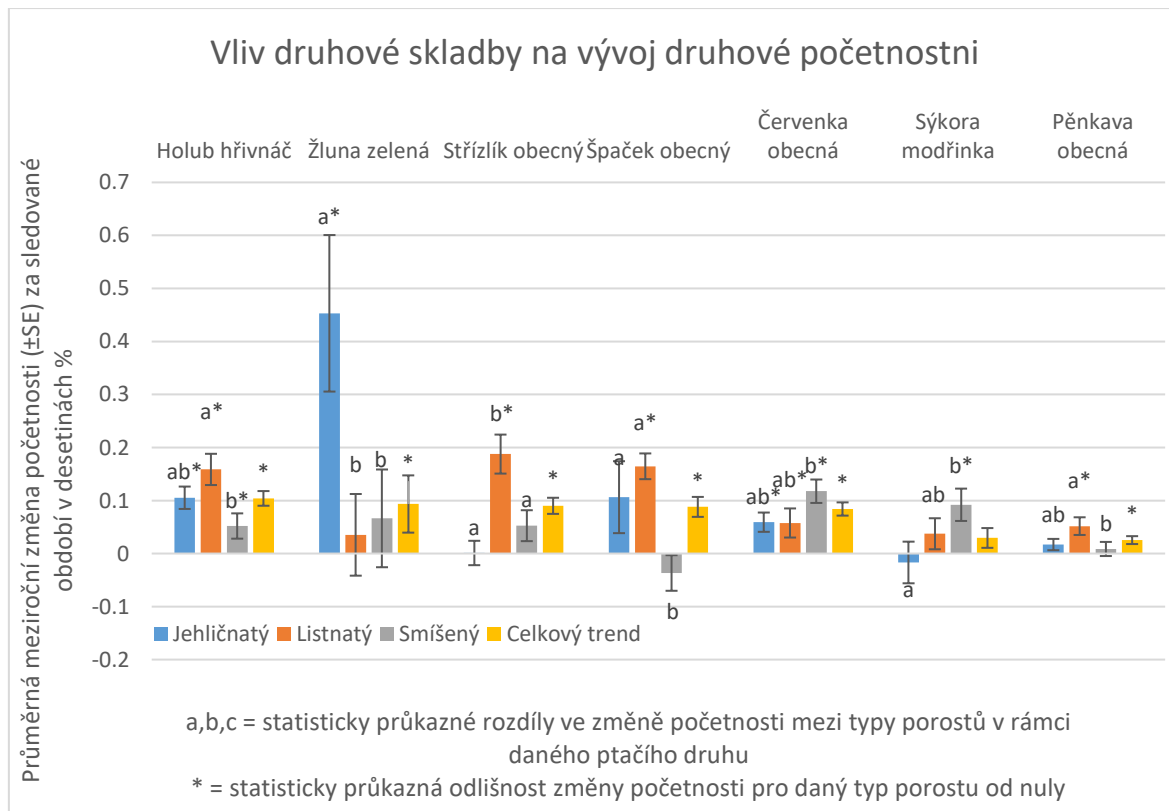


3.2. Vliv druhové skladby a stáří porostů na vývoj početnosti ptačích druhů

Vliv druhové skladby na vývoj druhové početnosti

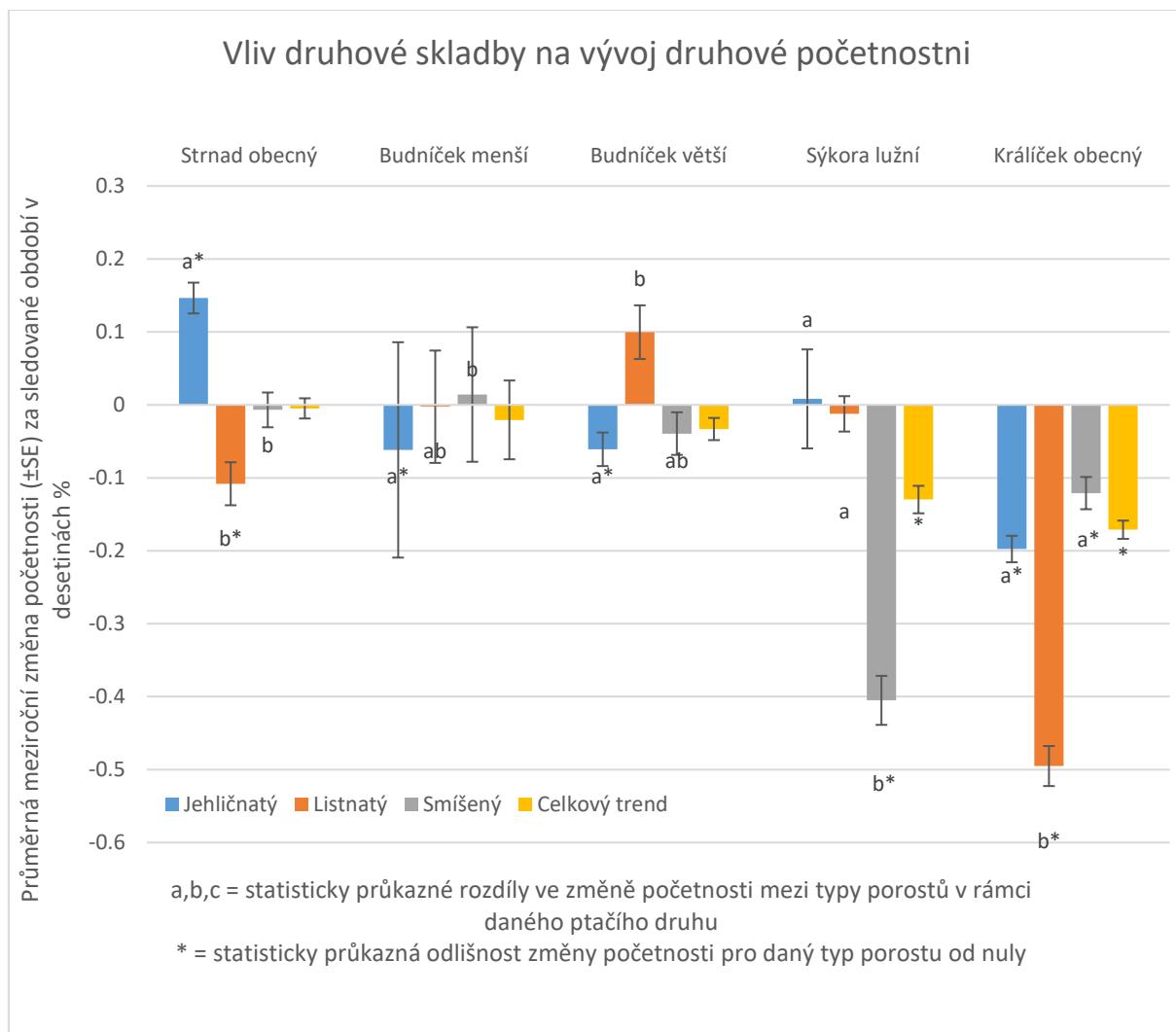
V případě druhové skladby porostů byl u 12 druhů trend početnosti odlišný mezi jehličnatými, listnatými a smíšenými porosty. Z nich 5 druhů celkově průkazně přibývalo, 6 druhů mělo stav setrvalý, a jeden druh celkově ubýval. V jehličnatých lesích přibývají 4 druhy, 5 druhů má stav setrvalý a tři v jehličnatém lese ubývají. V lese listnatém přibývá 5 druhů, 5 druhů má stav setrvalý a 1 druh ubývá. Ve smíšeném lese 3 druhy přibývají, 7 druhů má setrvalý stav a dva druhy ubývají (Graf 11).

Počty holuba hřivnáče (*Columba palumbus*) v lese celkově rostou, nejvíce pak v lesích listnatých a nejméně v lesích smíšených. Početnost žluny zelené (*Picus viridis*) také roste, nejvíce pak v lesích jehličnatých. Střízlík obecný (*Troglodytes troglodytes*) naproti tomu nejvíce přibývá v lesích listnatých. Populace špačka obecného roste zejména v lesích listnatých, kdežto strnada obecného v lesích jehličnatých, v lesích listnatých naproti tomu jeho početnost klesá. Červenka obecná (*Erithacus rubecula*) celkově přibývá, nejvíce pak v lesích smíšených. Stejně tomu tak je i u Sýkory modřinky, průkazně přibývá také v lesích smíšených. Pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*) nejvíce přibývá v lesích listnatých (Graf 11).



Graf 11 – Vliv druhové početnosti na vývoj ptačích druhů

Početnost strnada obecného roste v lesích jehličnatých, v lesích listnatých naproti tomu jeho početnost klesá. Budníček menší (*Phylloscopus collybita*) prokazatelně nejvíce ubývá v lese jehličnatém, stejně tak, jako budníček větší. Sýkora lužní většinu svého negativního trendu čerpá z výrazného poklesu její početnosti v lesích smíšených. Počty králíčka obecného se průkazně snižují ve všech typech lesa, nejvíce pak v lesích listnatých (Graf 12).

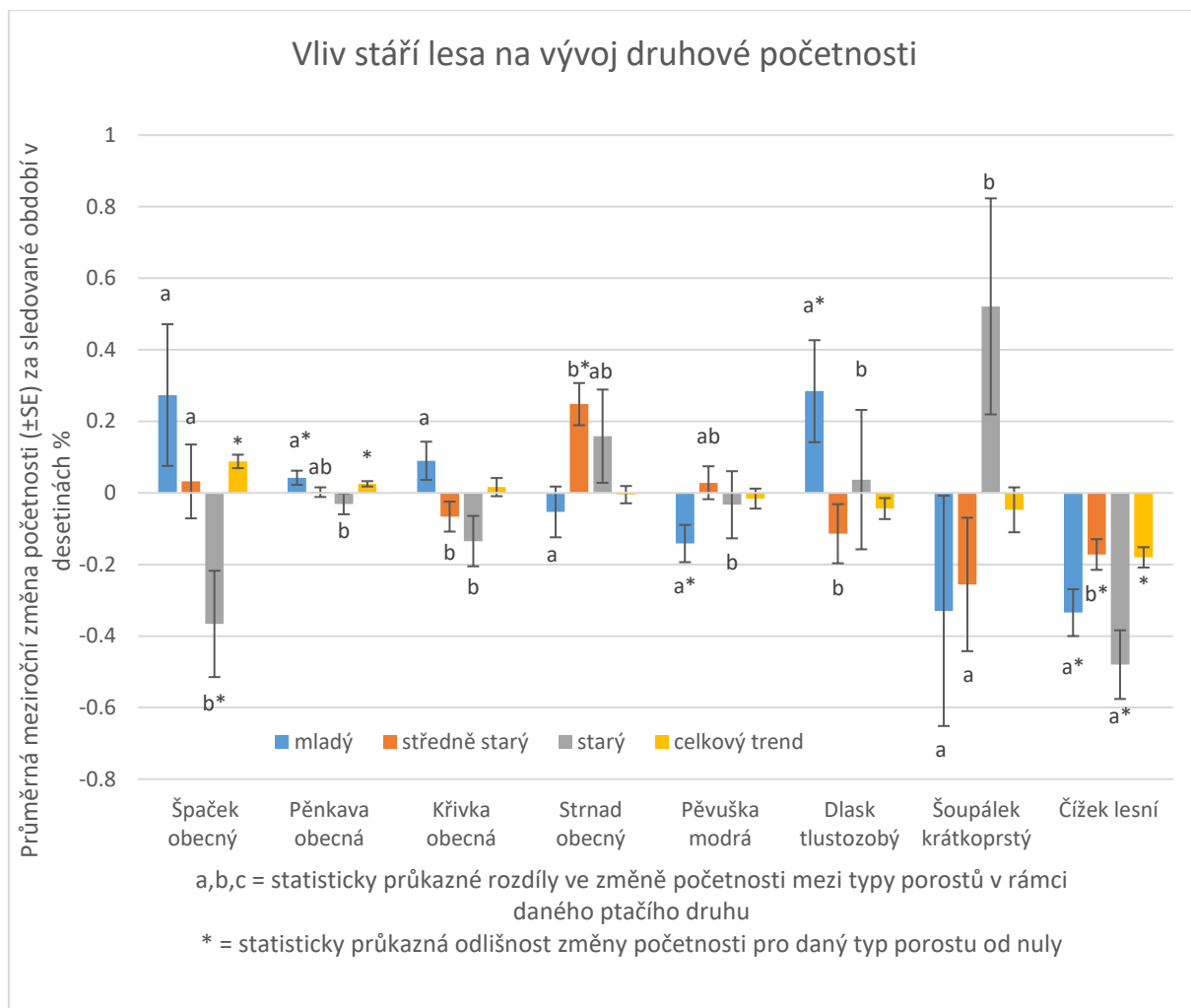


Graf 12 – Vliv druhové skladby na vývoj početnosti ptačích druhů

Vliv stáří lesa na vývoj druhové početnosti

V případě stáří lesa se u 8 druhů lišil trend mezi mladými, středně starými a starými porosty. 2 z nich celkově přibývají, 5 má setrvalý trend a jeden ubývá. V mladém lese přibývají 2 druhy ptáků, 4 mají setrvalý stav a 2 ubývají. Ve středně starém lese přibývá 1 druh, 5 druhů má setrvalý stav a jeden ubývá. Ve starém lese nepřibývá žádný druh, 6 druhů má stav setrvalý a 2 ubývají (Graf 13).

Špaček obecný má prokazatelně negativní trend v lese starém, i přesto, že celkově přibývá. Z výsledků vyplývá poměrně jasný trend při kterém ubývá více se stářím lesa, i když v mladém lese trend není statisticky průkazný. Pěnkava obecná nejvíce přibývá v lese mladém, nejméně pozitivní trend má pak v lese starém, je zde znát stejný trend jako u špačka obecného, a to sice že se stoupajícím stářím lesa se s přibývajícím časem populace pěnkavy snižuje. Populace křivky obecné sice průkazně neroste, ani neklesá v žádné ze tří kategorií lesa, je však znatelné, že se jí v mladém lese daří více než ve středně starém a starém. Populace strnada obecného se pak průkazně zvětšuje pouze v lese středně starém. Populace pěvušky modré je celkově stabilní, v mladém lese však prokazatelně klesá, zatímco v ostatních dvou typech je neměnná. Dlask tlustozobý (*Coccothraustes coccothraustes*) nejvíce prosperuje v lesích mladých, v ostatních je jeho stav setrvalý, stejně tak je setrvalá i jeho celková početnost. Šoupálek krátkoprstý (*Certhia brachydactyla*), stejně jako křivka obecná, nemá průkazný pokles nebo nárůst početnosti v žádné z kategorií, je však znatelné, že ve starém lese se mu daří daleko lépe než v lese mladém a středně starém. Čížek lesní ubývá ve všech typech lesa, nejmenší měrou však ve středně starém lese, v mladém a starém ubývá prokazatelně více (Graf 13).



Graf 13 – Vliv stáří lesa na vývoj početnosti ptačích druhů – les mladý (do 30 let), středně starý (30-60 let), starý (více jak 60 let)

4. Diskuse

4.1. Shrnutí nejdůležitějších výsledků a zhodnocení hypotéz

Výsledky mé práce naznačily, že se lesní ptáci podle každé z lesních charakteristik dají rozdělit do skupin podle vlastností lesních porostů. Na základě dat o smíšenosti jsem schopen rozdělit druhy na druhy častěji se vyskytující v jehličnatých lesích (křivka obecná, budníček větší, králíček obecný) a na druhy častěji obývající porosty listnaté (lejsek černostravý, špaček obecný a lejsek bělokrký). Podle poškození porostů můžu ptáky dělit na druhy preferující poškozenější lesy (špaček obecný, lejsek šedý a rehek zahradní) a na druhy preferující lesy zdravější (králíček obecný, sýkora parukářka a hýl obecný). Dle věkové struktury porostů mohu ptačí druhy oddělit na druhy preferující starší porosty (rehek zahradní, linduška lesní, šoupálek dlouhoprstý) a na druhy preferující porosty mladší (sýkora babka, strnad obecný a sýkora lužní). Dle růstových fází lesa, které mi překvapivě vyšly průkazné pro velké množství druhů, lze druhy rozdělit na ty, které preferují lesy ve vyšších růstových fázích (lejsek černostravý, budníček lesní a lejsek bělokrký) a na druhy preferující lesy v růstových fázích nižších (budníček větší, křivka obecná a pěvuška modrá). Dle zakmenění mohu druhy ptáků rozdělit na ty, které preferují zakmenění vyšší (králíček ohnivý, strakapoud velký a budníček lesní) a na ty, které preferují zakmenění menší (čížek lesní, křivka obecná a hýl obecný). Dle etáživosti porostů jsem byl schopen rozdělit ptáky na druhy preferující více pater lesa (čížek lesní, křivka obecná a lejsek bělokrký) a na druhy preferující menší množství stromových pater (linduška lesní a rehek zahradní). Druhy, na které mělo vliv nejvíce měřených vlastností lesa byly následující: strakapoud velký (všechny měřené vlastnosti porostů - 6), linduška lesní (5), pěvuška modrá (5), pěnkava obecná (5), hýl obecný (5).

Zjistil jsem, že u 12 druhů byl trend početnosti odlišný mezi jehličnatými, listnatými a smíšenými porosty, a u 8 druhů se trend lišil mezi mladými, středně starými a starými porosty. Výsledky z těchto dvou analýz mohou pomoci lépe pochopit, v jakých typech lesa se druhům daří lépe, v jakých naopak hůře a mohou sloužit jako podklad pro efektivnější ochranu, případně pro prevenci poklesu početnosti konkrétních druhů.

Hypotéza (i) o prokazatelném vlivu skladby porostů dle zastoupení jehličnatých porostů na největší množství druhů se mi potvrdila. Zastoupení jehličnanů ovlivňovalo 33 druhů ze 43 zkoumaných. Je však možné, že podstatnou roli hrála vyšší přesnost dat a jejich lepší aplikace na sčítací plochu.

Hypotéza (ii) se také potvrdila. Z poškození porostů profitovaly zejména druhy hnízdící v dutinách. Z deseti druhů prokazatelně preferujících poškozenější porosty jich 8 hnízdí v dutinách, zbylé dva preferují světlejší porosty (Šťastný & Hudec 2011; Moning & Müller 2008; Reif 2003).

Hypotéza (iii) o preferenci starých porostů druhy s podobnými nároky jako druhy preferující porosty poškozené se také potvrdila. Z šesti druhů častěji se vyskytujících ve starých lesích tři preferují lesy světlé a další dva hnízdí v dutinách (Reif 2003; Šťastný & Hudec 2011). Díky povaze dat jsou však výsledky o věkové struktuře méně přesné než výsledky o poškození, vychází tak průkazně u méně druhů.

Hypotéza (iv) o častějším výskytu druhů preferujících mladší porosty a porosty na okrajích lesů v lesích nižších růstových fázích se mi potvrdila. Ze sedmnácti druhů preferujících lesy nižších růstových fází jich mladší porosty dle Šťastného a Hudce (2011) preferuje 7. Dalších pět druhů preferuje lesní okraje.

Hypotéza (v) se potvrdila pouze částečně. Z šestnácti druhů preferujících lesy s vyšším množstvím stromových pater, pouze dva druhy dle dostupné literatury (Šťastný & Hudec 2011) preferují bohatý podrost. Dalších 6 druhů však preferuje lesy světlejší (Moning & Müller 2008; Šťastný & Hudec 2011), které většinou bohatý podrost mívají také a lesy s větším počtem stromových pater většinou bývají světlejší.

Hypotéza (vi) se mi potvrdila částečně. Z jedenácti druhů preferujících porosty s nižším zakmeněním jich šest preferuje lesy světlejší s bohatším podrostem.

4.2. Možné nepřesnosti v datech a jejich úpravě

Největší prostor pro nepřesnosti v celém průběhu mé práce byl při úpravě dat do použitelné formy pro analýzu. U každé proměnné bylo potřeba nějak vyhodnotit, jaké vlastnosti má porost na konkrétních sčítacích plochách. U všech lesních charakteristik byla většina sčítacích ploch rozdělena do více typů lesa, podle konkrétních charakteristik. Například při sledování poškození lesa mohlo dojít k tomu, že část sčítací plochy bude spadat do kategorie les poškozený a část do kategorie silně poškozený. Volil jsem tedy v úpravě dat zprůměrování hodnoty poškození na sčítací ploše. Stejný postup jsem volil i v případě věkové struktury porostů a etáživosti. Výsledná data tedy reflektovala vždy průměrnou charakteristiku porostu na sčítací ploše. Pokud však byly mezi kategoriemi lesa na sčítací ploše výrazné rozdíly, například velmi mladý a velmi starý les, mnou zvolená metoda je zprůměrovala a výsledná data tak nereflektovala skutečné podmínky na sčítací ploše. Domnívám se, že takto provedená úprava dat neměla za následek chybné výsledky, snížila

však průkaznost a přesnost celkových výsledků. Díky lepší úpravě dat by mohlo být docíleno zjištění dalších průkazných charakteristik u dalších druhů, které jsem mou metodou neodhalil.

U růstových fází lesa, zakmenění a zastoupení jehličnatých porostů jsem volil postup jiný, procentuální zastoupení plochy určitou částí lesa dle volené charakteristiky. U zastoupení jehličnatých porostů byl tento postup zcela logický, nejjednodušší způsob, jak charakterizovat smíšenost lesa na sčítací ploše jednoduše bylo zjistit procentuální zastoupení jehličnatých stromů. Také možná díky tomu vyšla tato lesní charakteristika průkazná u nejvíce druhů. U zakmenění jsem volil tuto metodu z důvodů celkové struktury lesů v České republice. Jako hranici zakmenění jsem bral zákonem povolené minimální zakmenění v České republice, 70 %. Lesy s menším zakmeněním se u nás totiž vyskytují velmi zřídka (Poleno, Vacek, Podrázský 2009). Následně jsem vypočetl procento sčítací plochy, které má zakmenění 80 % a vyšší. Podobně jsem postupoval i u růstových fází lesa, taktéž jsem spočetl procentuální zastoupení lesa v prvních dvou růstových fázích na sčítací ploše (lesa mladého). Ozkoušel jsem, zda tato zvolená metoda vychází přesněji, než kdybych spočetl průměrnou hodnotu sledované charakteristiky a opravdu mi výsledky vycházely průkazně pro daleko větší množství druhů. Ale i tato úprava dat není bezchybná, nereflexuje totiž poměr ostatních kategorií na zbylé části sčítací plochy. Například u zakmenění беру sice v potaz, že je určitá část sčítací plochy v zakmenění 80 % a vyšším, neřeším však, jak vypadá zbylá část plochy, zda zde není zrovna zakmenění extrémně nízké. Předpokládám však, že pro analýzu, kterou jsem v mé práci zvolil, byla tato úprava dat dostačující.

Další nepřesnosti s největší pravděpodobností pochází přímo ze zdrojových dat. Data o poškození a růstových fázích jsou vytvářena na základě družicových snímků a zejména u dat o poškození předpokládám vyšší chybovost, díky značnému stáří některých z nich. U dat o smíšenosti jsou zase čistě jehličnaté či listnaté porosty brány při zastoupení jehličnatých, respektive listnatých stromů z více jak 75 %, přitom však některým druhům ptáků stačí v lese roztroušené jednotlivé stromy, jimi preferované. Navíc u některých vlastností lesa a u některých konkrétních druhů může být problém, že data použitá k analýze nereflexují velikost souvislé plochy stejné vlastnosti lesa. Některé vlastnosti lesního porostu mají na konkrétní druhy vliv, pouze pokud pokrývají větší území (Boulinier et al. 2001). Pokud například uprostřed lesa bude malá část porostu silně poškozená, nemusí to pro drtivou většinu ptačích druhů znamenat nic převratného, může to však mít za následek nepřesnosti ve výsledcích (Angelstam et al. 2003). Přesto jsem ale dostal velmi solidní výsledky, které se ve většině případů shodují s dostupnou literaturou.

4.3. Vliv zastoupení jehličnanů na ptačí druhy

Vlivy zastoupení jehličnanů na ptačí populace jsou poměrně dobře popsány. Proto zde tuto charakteristiku uvádím, a zkoumal jsem jí spíše z důvodu porovnání správnosti a přesnosti dat která jsem používal. Pokud mé výsledky porovnám s prací s podobným zaměřením (Reif 2003), dojdou k téměř stejným závěrům. Mé výsledky se většinou rozcházejí s výsledky předchozí práce v případech, kdy byly druhy v předchozí práci označeny za generalisty a mé výsledky u těch samých druhů naznačují nějakou preferenci. Za zmínku stojí například budníček větší, pěvuška modrá, drozd brávník nebo linduška lesní. Všechny tyto druhy měly v mé práci pozitivní vztah k zastoupení jehličnanů, kdežto v předchozí práci zkoumající stejné vlastnosti jsou druhy označeny za druhy bez zjevných preferencí. Pěvuška modrá však podle (Šťastný & Hudec 2011) preferuje spíše lesy jehličnaté, u drozda brávníka (*Turdus viscivorus*) a lindušky lesní není dle výše zmíněné literatury preference zřejmá. Nejpodstatnější rozdíl je však u budníčka většího, zatímco dle Reifa (2003) se jedná o lesního generalistu bez zjevných preferencí, dle Šťastného a Hudce (2011) se dokonce jedná o druh preferující lesy listnaté, v jehličnatých lesích se vyskytující pouze vzácně. Dle mých výsledků však jeví velmi silnou vazbu na jehličnaté porosty, silněji je na jehličnaté porosty dle mých výsledků vázána pouze křivka obecná. Je navíc dost pravděpodobné, že mé výsledky jsou přesnější, vzhledem k tomu, že pochází z celé České republiky, ze všech sčítacích ploch v Českých lesích a z dat o smíšenosti založených na lesních hospodářských plánech.

Některé duhy pak mé výsledky označují za specialisty listnatých lesů, i když předchozí práce naznačuje že nemají zjevnou preferenci. Například lejsek černohlavý, sýkora modřinka, či sýkora koňadra (*Parus major*) mají dle mých výsledků jasně zvýšený výskyt v listnatých lesích. Dle Šťastného a Hudce (2011) je pak lejsek černohlavý také více vázán na listnaté porosty, stejně tak i sýkory modřinka a koňadra. 5 druhů jsem podle výsledků mé práce označil za generalisty, i když podle předchozí práce mají prokazatelnou preferenci, jedná se o šoupálka krátkoprstého (preferujícího listnaté lesy), sýkoru lužní (preferující lesy jehličnaté), sýkoru babku (preferuje listnaté lesy), pěnici pokřovní (*Sylvia curruca*) (bez zjevné preference) a rehka zahradního (bez zjevné preference), v závorkách jsou uvedeny preference dle (Šťastný & Hudec 2011). Některé druhy jsou méně početné, mohlo tedy pravděpodobně dojít k nepřesnějšímu určení. Například ale rehek zahradní je poměrně početný druh (Šťastný, Bejček, Hudec 2006), a výsledek je poměrně matoucí, literatura však naznačuje, že se spíše jedná o druh obývající všechny typy porostů, z jehličnatých však spíše borové (Šťastný & Hudec 2011).

4.4. Vliv dalších vlastností lesních porostů na ptačí druhy

Následující vlastnosti lesa hodnotí jeho prostorové uspořádání. Jsou si sice do jisté míry podobné, ale každá ve výsledku říká o podobě lesa něco trochu jiného.

Zakmenění porostů může dobře hodnotit hustotu lesních porostů, ale až od vyšších růstových stádií. V lesích, které jsou v nízkých růstových fázích, lesích mladých, dochází pravidelně k probírkám, vyřezání většího množství dřevin a prosvětlení a snížení zakmenění na požadovanou hodnotu. Znamená to tedy, že jsou mladé lesy, zhruba do stadia tyčoviny poměrně husté a hodnota zakmenění o jeho hustotě mnohé nevypovídá. Hustota vyšších lesů může být naopak hodnotou zakmenění velmi dobře určitelná. Lesy s nižším zakmeněním mají menší korunový zápoj, jsou světlejší a lépe se daří spodním stromovým patřům a nižší vegetaci, která jednak profituje ze světlejšího prostředí, ale také má dostatek vody pro růst, která je v lesích s maximálním zakmeněním téměř bezezbytku využita stromy (Poleno, Vacek, Podrázský 2009). Růstové fáze lesa by na první pohled mohly o lese vypovídat to samé, jako věková struktura lesů, ale ve skutečnosti tomu tak není. Hlavní rozdíl plyne ze způsobu získání těchto dat. Zatímco údaje o věkové struktuře pochází z lesních hospodářských osnov, údaje o růstových fázích lesa z družicových snímků. Lze tak lépe detekovat zarůstající lesy poškozené různými typy disturbancí, porosty při okrajích lesů, nižší lesy v podmáčených oblastech atd. Navíc některé typy lesa, které jsou velmi staré nemusí být v odpovídající růstové fázi, pokud se nachází na chudých, suchých nebo silně exponovaných stanovištích, nebo pokud jsou vzniklé z podrovní vrstvy více etážového lesa (Poleno, Vacek, Podrázský 2009). Navíc mapové podklady o růstových fázích lesa existují pro všechny lesy v ČR, zatímco data o věkové struktuře porostů pouze pro lesy se zastoupením smrku ztepilého nad 20 %. Věková struktura lesů, na rozdíl od růstových fází, dokáže dobře oddělit lesy středně staré, staré a lesy velmi staré. Zatímco růstové fáze lesa končí kategorií kmenovina, která má spodní věkovou hranici okolo 50 let (Poleno, Vacek, Podrázský 2009), věková struktura lesů rozděluje stáří porostů až do 141 let, což pro některé druhy hnízdící v dutinách a preferující větší množství odumřelého dřeva může znamenat podstatný rozdíl. Údaje o růstových fázích lesa tedy přináší zpřesnění informací o lesích starších padesáti let. Data o etáživosti porostů mohou zase vypovědět dodatečné informace o bohatosti podrostu a světlosti lesů, která se nedají vyčíst z dat o zakmenění. Spodní patro lesa, které je určené pro obnovu porostů, zejména ve výběrném způsobu hospodaření je totiž zahrnuto do údajů o zakmenění (Poleno, Vacek, Podrázský 2009). Údaj o etáživosti je tak jediným, který dokáže indikovat, že jsou tyto lesy ve skutečnosti světlejší a s bohatým podrostem. Data o poškození porostů mohou udávat podobné informace, jako data o stáří lesa a data o zakmenění. Poškozené porosty bývají většinou starší, navíc bývají řidší a světlejší, toto však nemusí nutně

splňovat. Pokud bude poškozený porost mladší, může nabízet ideální podmínky pro druhy, které hnízdí v dutinách stromů a které preferují velké množství odumřelých částí stromů. Navíc může být optimální i pro druhy preferující prosvětlené porosty, s bohatším podrostem, kvůli zvýšenému opadu, což se ale nepromítne na datech o zakmenění a o etáživosti. Navíc analýza výskytu druhů podle poškození lesů vypočteného na základě družicových snímků na celostátní úrovni je velmi ojedinělá, výsledky tedy mohou být velmi zajímavé pro budoucí práce s podobným zaměřením.

Největší preferenci lesů ve vyšší růstové fázi projevil lejsek černohlavý. Jedná se o druh vázaný na starší listnaté lesy, což ostatně potvrzují i mé výsledky, v menší míře pak prosvětlené staré jehličnaté lesy (Šťastný & Hudec 2011). Ostatní vlastnosti lesa na lejska černohlavého však prokazatelný vliv neměly, lze to přisuzovat tomu, že se jedná o poměrně vzácného obyvatele českých lesů s 12000-24000 hnízdicími páry (Šťastný, Bejček, Hudec 2006) a druh, který není v České republice rovnoměrně rozložený, obývá spíše severnější a západnější oblasti ČR (Šťastný & Hudec 2011).

Budníček lesní se také častěji vyskytuje v lesích ve vyšších růstových fázích. Preferuje vzrostlé lesy, především listnaté, jak potvrzují i mé výsledky, se zapojeným stromovým patrem a chudším bylinným a křovinným podrostem (Šťastný & Hudec 2011). Další průkazná charakteristika pro budníčka lesního je jeho preference většího zakmenění, což předpokládám, že je právě kvůli výše uvedené preferenci lesů bez vegetačního podrostu.

Dalším druhem, který preferuje lesy ve větší růstové fázi je lejsek bělokrký, který taktéž preferuje vzrostlejší listnaté lesy, což se shoduje s mými výsledky, a převážně lužní lesy. Sporadicky se pak může vyskytnout ve starších lesích jehličnatých, kde však hnízdí spíše v budkách (Šťastný & Hudec 2011). Zvláštní je jeho obliba poškozenějších lesů. Možné je, že preferuje lesy sice starší, ale prosvětlenější, což může poškození způsobovat. Tomuto tvrzení by nasvědčovala i preference lesů s větším počtem vegetačních pater. Lesy, které mají více stromových pater, mají bohatý podrost, který k přežití potřebuje větší přístup světla, a tedy jsou takové lesy obecně světlejší, neprojeví se to však na zakmenění, protože tento rozvinutější podrost je do zakmenění započten (Poleno, Vacek, Podrázský 2009).

Lesy ve vyšších růstových fázích preferuje i strakapoud velký. Jedná se o přizpůsobivý druh, vyskytující se ve všech typech lesa, který však preferuje převážně lesy listnaté, což se shoduje i s mými výsledky. Dále preferuje lesy starší a rozsáhlé (Šťastný & Hudec 2011). Tyto poznatky poměrně dobře reflektují i má data. Podle dat o zakmenění se strakapoud velký častěji vyskytuje v lesích s vyšším zakmeněním. Dále pak také v lesích starších a v lesích poškozenějších. Navíc

se vyskytuje více v lesích s větším počtem vegetačních pater. Je zde dle výsledků znatelná preference lesů světlejších. To lze dát do kontextu s jeho častým výskytem v městské zeleni, která většinou nebývá tak hustá (Šťastný & Hudec 2011).

Špaček obecný se taktéž častěji vyskytuje v lesích ve vyšší růstové fázi. Jedná se o druh, který preferuje starší lesy, a to zejména řidší a prosluněnější, popřípadě jejich okraje (Šťastný & Hudec 2011). Z mých výsledků vyplývá, že velmi výrazně preferuje lesy poškozené, je zde tedy jasně znatelná souvislost s poškozením a prosvětlením porostu. To samé se dá tvrdit o jeho preferenci lesů s větším počtem stromových pater, jak jsem zmiňoval již výše u lejska bělokrkého.

Dalším druhem preferujícím lesy ve vyšší růstové fázi je lejsek šedý (*Muscicapa striata*). Podle literatury taktéž preferuje rozvolněné listnaté lesy, což se opět shoduje s mými výsledky, ve vyšších polohách i smrkové. Je zde opět znát spojitost s preferencí světlejších lesů a s tím, že podle mých výsledků preferuje lesy více poškozené.

Taktéž brhlík lesní (*Sitta europaea*) dle mých výsledků preferuje vzrostlejší lesy. Dle literatury (Šťastný & Hudec 2011) preferuje listnaté a smíšené lesy, jak ukazují i moje výsledky. Navíc preferuje lesy starší a s vyšším zastoupením bylin (Moning & Müller 2008), což se dá vysvětlit preferencí lesů s větším počtem stromových pater.

Dalším z druhů preferujícím lesy vyšších růstových fází je sýkora koňadra. Ta taktéž preferuje listnaté lesy (Šťastný & Hudec 2011) s větším množstvím dutin ve stromech a výraznějším bylinným podrostem (Moning & Müller 2008), což by se shodovalo i s faktem, že dle mých výsledků preferuje lesy poškozenější a opět lesy s větším počtem stromových pater.

Druhem, který projevil nejvýraznější preferenci pro les v nižších růstových fázích, je budníček větší. Dle dostupné literatury se jedná o druh preferující spíše listnaté lesy, což se ovšem neshoduje s mými výsledky, a lesy nižšího, až křovinatého vzrůstu (Šťastný & Hudec 2011). Dle Moninga a Müllera (2008) má pak budníček větší preference u lesů, kde se vyskytuje bohatý podrost mladých jehličnanů a lesů s nižším korunovým zápojem. Zde je potřeba dát do kontextu dvě lesní charakteristiky které v mé práci беру v potaz a které by se mohly na první pohled zdát, že udávají podobné informace o lese. Jedná se o zakmenění lesních porostů a jeho růstové fáze. Budníček větší totiž preferuje, jak jsem již zmiňoval výše, lesy v nižších růstových fázích, a to nejvýrazněji ze všech druhů. Vedle toho však preferuje lesy s nižším zakmeněním, což se dá zjednodušeně vysvětlit jako lesy řidší. Kdo však byl někdy v mladém lese, zcela jistě namítne, že se o řídký les opravdu nejedná. Tento rozdíl je způsoben tím, že hustota lesů v nižších růstových fázích není zakmeněním tak výrazně ovlivněna, a les bude velmi hustý i s nižším zakmeněním (Poleno,

Vacek, Podrázský 2009). Ve starších lesích však má zakmenění poměrně významný vliv na hustotu lesa, a tudíž lesy s nižším zakmeněním budou mít menší korunový zápoj a s ním spojený výraznější podrost bylin a mladých stromků. A preference budníčka většího toto přesně potvrzují. Jeho vysněným prostředím jsou nižší husté stromky, které buďto rostou jako celý les, v nižších růstových fázích, anebo v podrostu daleko vzrostlejšího lesa.

Další druh častěji obsazující lesy v nižší růstové fázi je pěvuška modrá. Jedná se o druh preferující jehličnaté a smíšené lesy (shoduje se s mými výsledky), vyskytuje se spíše ve světlejších částech a na okrajích pasek, vyžaduje velmi bohatý podrost, keře a mladé jehličnaté stromy (Tuomenpuro 1989; Šťastný & Hudec 2011). Tomuto popisu odpovídají i mnou zjištěné preferované vlastnosti porostů. Pěvuška modrá preferuje mladší lesy v nižší růstové fázi, s nižším zakmeněním (podobně jako budníček větší). Dále pak preferuje lesy méně poškozené, což naznačuje užší vazbu na lesy jehličnaté, než je v literatuře uváděno, vzhledem k tomu že zdravější lesy většinou vyžadují lesní specialisté.

Linduška lesní je druhem, který preferuje otevřené biotopy s roztroušenými dřevinami, světlé lesy a lesní okraje (Šťastný & Hudec 2011). Zde se mé výsledky poměrně různí. Zatímco podle růstových fází poměrně jasně převládá preference lesů v nižší růstové fázi, podle věkové struktury linduška lesní preferuje lesy starší. Dále pak preferuje lesy poškozené a jako jeden ze dvou druhů i lesy s menším množstvím stromových pater. Je zde tedy značná preference lesů světlých a otevřených. Proč tedy preferuje lesy v nižší růstové fázi? Linduška lesní hnízdí na zemi, ve skrytu nějaké terénní nerovnosti nebo keře, hnízda si vykládá trávou (Šťastný & Hudec 2011). Toto by mohlo poměrně jasně indikovat vazbu na lesní okraje (Reif 2003). Jak jsem již zmiňoval výše v textu, lesy v nižší růstové fázi se nachází také na okrajích lesů starších, nejsou však v lesním hospodářském plánu odlišovány dle věku. V podkladové mapě růstových fází však takto odlišovány jsou, protože je mapa tvořena z družicových snímků. Lze tedy na tomto konkrétním druhu ptáka poměrně dobře ukázat, že nelze brát data o růstových fázích lesa a o věkové struktuře porostů jako stejné vlastnosti lesa.

Dalším druhem preferujícím lesy v nižší růstové fázi je čížek lesní. Jedná se o druh vázaný na rozsáhlé jehličnaté porosty (shoduje se s mými výsledky) a vyskytuje se v blízkosti pasek a světlin. Zde se opět toto zjištění setkává s podporou v mých výsledcích, podle kterých má čížek nejraději ze všech druhů lesy s nižším zakmeněním, všech druhů navíc nejvíce preferuje lesy s větším počtem stromových pater. Je možné, že zde hrají roli hned dva faktory. Preference většího množství stromových pater může jednak znamenat preferenci světlých lesů (jako u lejska bělokrkého) anebo může souviset s výraznou zálibou v rozvinutém lesním podrostu.

Strnad obecný preferuje výrazně prosvětlené, otevřené a méně zapojené listnaté lesy, lesní paseky a keře. Dle mých výsledků preferuje lesy v nižší růstové fázi a lesy mladší. Navíc preferuje lesy poškozené, což opět může značit preferenci světlých porostů. Jeho preferenci lesů mladších a lesů v nižší růstové fázi si vysvětluji jeho silnou vazbou na lesní okraje (Imbeau, Drapeau, Mönkkönen 2003).

Dalším druhem preferujícím lesy v nižší růstové fázi je hýl obecný. Jedná se o druh častěji se vyskytující v lesích jehličnatých, nebo smíšených (souhlasí s mými výsledky). Hnízda si navíc staví ve větvích hustších smrků blízko kmene (Šťastný & Hudec 2011). To by mohlo značit jeho náklonnost vůči lesům méně vzrostlým. Dále preferuje lesy s nižším zakmeněním a vyšším počtem stromových pater. Toto opět potvrzuje domněnku, že druhy s takovými nároky preferují bohatší podrost. Podobné ekologické nároky dle mých výsledků vykazoval i čížek lesní a křivka obecná. Jedná se navíc ve všech třech případech o druhy preferující horské oblasti k jejich hnízdění (Šťastný & Hudec 2011). Hýl obecný také vyhledává lesy méně poškozené, což opět může značit jeho užší vazbu na lesy jehličnaté a lesní speciální.

Pěnice hnědokřídlá (*Sylvia communis*) dle mých výsledků také vykazuje oblibu lesů v nižší růstové fázi. Jedná se o druh preferující lesy bez zapojeného stromového patra, rozvolněnou krajinu, porosty křovin, lesní lemy a raná sukcesní stadia lesa (Šťastný & Hudec 2011). Tomu by i odpovídal její větší výskyt v lesích v nižších růstových fázích.

Dalším druhem v mém výčtu je rehek zahradní. Jedná se o druh preferující všechny typy světlejších lesů a lesní okraje, v lesích s bohatým bylinným a keřovým patrem se spíše nevyskytuje (Šťastný & Hudec 2011). Zde jsou mé výsledky poměrně zajímavé a bude třeba opět některé lépe zasadit do kontextu. Rehek zahradní preferuje starší poškozenější lesy, což lze jednoduše vysvětlit jeho náklonností k lesům světlým. Dále je pak, společně s linduškou lesní, jedním z druhů, který preferuje lesy s nižším počtem stromových pater, i to lze poměrně jednoduše vysvětlit jeho odporem vůči bohatému lesnímu podrostu. Zajímavý je však jeho významnější výskyt v lesích v nižších růstových fázích, i přesto že preferuje lesy starší. Zde si tyto výsledky vysvětluji podobně jako u již zmiňované lindušky lesní, a to sice jeho vazbou na okraje lesů, které bývají většinou v nižších růstových fázích.

Posledním druhem preferujícím porosty v nižší růstové fázi je pěnkava obecná. Obývá všechny typy lesů, jejich okraje, nižší porosty a křoviska. Hnízda si staví v keřích, či v nižších větvích, téměř nikdy nehnízdí vysoko v korunách (Marler 1956). Dle mých výsledků preferuje spíše lesy jehličnaté. Dále pak lesy s nižším zakmeněním, ale také lesy starší. Zde se nabízí podobné vysvětlení

jako u lindušky lesní a rehka zahradního, a to sice že je vázána spíše na okraje lesů a zarůstající menší disturbované plochy. Dle preferencí nižšího zakmenění a starších lesů lze pak očekávat preferenci lesů s bohatším lesním podrostem. Co je ale zajímavé je její preference lesů zdravějších. Pokud je opravdu vázána na lesní podrost, dala by se očekávat spíše preference lesů poškozených, kde bude v lese větší světlost a podrostu se bude lépe dařit. Avšak v práci (Zimaroeva 2015) dokázali, že je pěnkava obecná sice vázána na prostředí s vyšší vegetací a větší vlhkostí, ale že zároveň preferuje porosty s větší aktivitou chlorofylu. Vzhledem k tomu, že mé výsledky o poškození lesa jsou vypočtena z družicových snímků měřících množství vody v asimilačním aparátu listů pomocí odrazivosti v infračerveném spektru, výsledky udávají stejnou informaci, a to sice že pěnkava obecná, i přes její rozšířenost téměř ve všech prostředích opravdu preferuje zdravější porosty. Tyto výsledky jsou poměrně zajímavé zejména z toho důvodu, že je pěnkava obecná jedním z našich nejpočetnějších ptáků (Šťastný, Bejček, Hudec 2006). Bylo by dobré její preference lépe prozkoumat, protože jakákoliv změna v lesním hospodaření na celostátní úrovni, kterou by populace pěnkavy shledávaly silně nevyhovující by mohla mít velké dopady na celou naši avifaunu.

Všechny výše uvedené druhy se svou ekologií popsanou v literatuře téměř shodovaly s mými výsledky a jejich diskusi považují spíše za jakousi kontrolu správnosti a vysvětlení, co vypovídají ekologické nároky určitých druhů o lesních vlastnostech jimi preferovaných. Za zmínku ale stojí zejména druhy, kde se mé výsledky s údaji o preferencích prostředí rozcházejí s literaturou, zejména z Českého prostředí. Data, která jsem v mé práci zkoumal totiž pochází z území celé ČR, jedná se tak tedy o výsledky poměrně přesné. Vzhledem k tomu, že se mé výsledky v drtivé většině shodují s výsledky a údaji z podobných publikací, předpokládám, že výsledky, ve kterých se se zmíněnými publikacemi rozcházejím, stojí minimálně za zamyšlení.

Jediný odlišnější druh z výčtu druhů preferujících lesy ve vyšší růstové fázi je šoupálek dlouhoprstý. Jedná se totiž o druh preferující jehličnaté porosty. Dále však dle literatury má obývat spíše lesy středně staré až mladší (Šťastný & Hudec 2011). To je však silně v rozporu s výsledky z mé studie. Šoupálek dlouhoprstý totiž preferuje nejen lesy vyšších růstových fází, ale dle mých výsledků preferuje navíc lesy starší dle dat o věkové struktuře lesů. Tyto výsledky by potvrzovala i práce (Moning & Müller 2008), podle které šoupálek dlouhoprstý preferuje lesy, kde je větší množství stromů s dutinami, ve kterých hnízdí (Šťastný & Hudec 2011), což zkrátka ukazuje na preferenci starších porostů.

Druhem, který preferuje poměrně výrazně lesy v nižší růstové fázi, je křivka obecná. Křivka obecná preferuje jehličnaté (shoduje se s mými výsledky) porosty a vyskytuje se v izolovaných

lesích. Hnízda si staví ve vrcholcích starších jehličnatých stromů (Šťastný & Hudec 2011). Navíc preferuje větší množství starých jehličnatých stromů v korunovém zápoji (Moning & Müller 2008). Tato tvrzení se však přímo rozchází s výsledky mé práce, podle které křivka výrazně preferuje lesy v nižší růstové fázi a podobně jako výše uvedený budníček větší lesy s nižším zakmeněním. Daly by se tedy předpokládat podobné ekologické nároky, avšak dle dostupné literatury tomu tak není. Zde si dovoluji tvrdit, že tento významný rozdíl mohl být způsoben nepřesností ve sčítání. Druhy jsou sčítány v období jejich hnízdění, je tedy snaha o mapování hnízdících populací. Křivka obecná hnízdí solitérně, avšak za sběrem potravy, semeny jehličnatých stromů, vyrazí občas ve větších hejnech. Po přezkoumání dat o početnosti ptáků jsem zjistil, že na některých sčítacích plochách bylo pozorováno velké množství křivek obecných (maximálně 16), což vzhledem ke sčítací vzdálenosti v lesním porostu, která bývá okolo 50 m od pozorovatele, často i méně, svědčí o hejnovém výskytu. Dle mého názoru je tedy možné, že bylo takto zaznamenáno hejno křivek hledajících potravu v podobě smrkových šišek, kterých by mohlo být v mladších smrkových porostech více, vzhledem k většímu množství stromů na plochu. Navíc křivka hnízdí poměrně dost brzy zjara (v případě větší úrody semen už v lednu), přičemž termíny sčítání jsou až od druhé půlky dubna, v květnu a v červnu. Tím pádem je velká část křivek zaznamenávána až po vyhnízdění, kdy se samozřejmě daleko více pohybují a vyskytují se často v rodinných skupeních, což opět hovoří pro preference jiných porostů, než udává literatura. K takto zaznamenaným větším množstvím křivek obecných na jednom místě došlo několikrát, přitom dalších záznamů o její početnosti nebylo mnoho, takže se domnívám, že to v konečném výsledku mohlo hrát opravdu významnou roli. Tento druh navíc preferuje vnitřní prostor lesa dále od okrajů (Reif 2003), takže nepředpokládám vliv okrajového efektu, jako zmiňuji výše u lindušky lesní.

Pěnice černohlavá (*Sylvia atricapilla*) výsledky mé práce také lehce překvapuje. Podle Šťastného a Hudce (2011) se jedná o pěnici nejvíce vázanou na lesní porosty. Obsazuje všechny lesy a vyžaduje stromové patro s výrazným korunovým zápojem. Dle mých výsledků však častěji obývá jednak lesy v nižších růstových fázích, mladší lesy, ale také lesy s nižším zakmeněním. Poměrně zajímavý je však v této souvislosti způsob, jak si pěnice černohlavá staví svá hnízda. Typickým místem pro výstavbu hnízda jsou totiž keře, nízké stromy, vyšší byliny nebo spodní větve stromů. Průměrná výška, ve které se hnízdo pěnice černohlavé nachází je 0,95m. Z toho vyplývá, že pro své hnízdění vyžaduje porosty nižší, tedy mladší porosty, okraje lesů anebo podrosty v lesích s nižší hustotou. Je tedy možné, že výše zmiňovaným hustým korunovým zápojem je myšlen korunový zápoj nízkých stromů, třeba i v lesním podrostu.

Datel černý (*Dryocopus martius*) je druhem, který preferuje dle Šťastného a Hudce lesy starší. Navíc se jedná o druh, který v hnízdní době vyhledává spíše lesy řidší (Fernandez & Azkona 1992), Obecně pak preferuje lesy středně husté, lesy velmi husté spíše nevyhledává (Garmendia, Cárcamo, Schwendtner 2006; Bocca, Carisio, Rolando 2007), avšak podle těchto prací preferuje lesy s výraznějším korunovým zápojem, což odporuje zjištění Moninga a Müllera (2008), podle kterých se naopak vyskytuje v lesích s nižším korunovým zápojem. Dle mých výsledků opravdu preferuje lesy řidší, avšak zcela překvapivě se mé výsledky rozcházejí s tvrzeními v publikacích (Fernandez & Azkona 1992; Garmendia, Cárcamo, Schwendtner 2006; Bocca, Carisio, Rolando 2007; Šťastný & Hudec 2011) v jeho preferenci starších porostů. Dle mých výsledků preferuje lesy v nižší růstové fázi. Navíc zde nelze ani usuzovat, že preferuje lesní okraje, protože všechny výše uvedené studie taktéž zmiňují jeho preferenci homogenního prostředí v prostoru starších lesů. Je možné, že v případě datla černého jsou mé rozdílné výsledky způsobené povahou dat, kdy pochází data z rozsáhlého území a početnost datla černého je počítána společně s ostatními druhy. Je tedy možné, že byl zkrátka v lesích nižších růstových fází snadněji spatřitelný. V případě prací (Fernandez & Azkona 1992; Garmendia, Cárcamo, Schwendtner 2006) byli ptáci počítáni pomocí reakcí na přehrávané nahrávky jejich zvuků, pomocí sledování hnízd a také pomocí poslechu. V případě práce Boccy, Carisia a Rolanda (2007) byl ptákům dokonce přiřazen lokátor a byl sledován jejich pohyb. Tato přesnější pozorování početnosti jsou dána povahou jejich prací, které se týkaly buďto pouze datla černého, nebo datla černého a datlíka tříprstého. Je tedy možné, že při každoročním počítání všech hnízdních druhů je obtížně spatřitelný datel zkrátka spočten nepřesně.

Dále rozhodně stojí za zmínku druhy, které vykazovaly průkazně rozdílné početnosti při rozdělení lesních ploch podle míry jejich poškození. Tato data jsou totiž vytvářena každoročně a pochází z družicových snímků. Navíc, jak jsem již zmiňoval, co se týče rozsahu se jedná o práci poměrně jedinečnou, a vzhledem k tomu že data o poškození lesů se dají z družicových snímků poměrně dobře získat, pokud ukážou zajímavé výsledky, dá se postup aplikovat i pro daleko větší území, třeba i v celoevropském měřítku. Některé z druhů, jejichž výskyt poškození prokazatelně ovlivňuje, jsem již zmiňoval výše. Nyní se budu věnovat těm, které neovlivňují růstové fáze, ale jsou ovlivněny poškozením porostů a dalšími charakteristikami lesa.

Jedním z druhů preferujícím poškozený porost je sýkora babka. Vyskytuje se převážně v listnatých lesích nižších poloh, což se ale neshoduje s mými výsledky, dle mých výsledků není poměrem jehličnatých stromů ovlivněna. Její preference poškozených lesních porostů se dá poměrně dobře vysvětlit jejím hnízděním v dutinách stromů, tato vlastnost je společná pro všechny u nás žijící sýkory (Šťastný & Hudec 2011). Co je ale poměrně zvláštní je její častější výskyt v lesích

mladých. Ze všech druhů, které jsem zahrnul do své analýzy, právě sýkora babka preferuje mladší porosty nejvíce, přitom větší množství dutin by se dalo očekávat v lesích starších. Sýkora babka hnízdí poměrně nízko nad zemí (Weselowski 1996; Šťastný & Hudec 2011), a větší šanci na odolání proti predaci mají hnízda vybudovaná v dutinách živých stromů, kvůli predaci datlem černým (Wesołowski 2002) a také kvůli predaci drobnými hlodavci, například plchem (Adamík & Král 2008). Je tedy možné, že poškozené mladší lesy jsou schopné lépe nabídnout tyto podmínky, jedná se ale o dost nesmělou úvahu a je dost pravděpodobné že za preferencí mladších porostů sýkorou babkou bude stát jiný důvod, jenž mi není znám.

Dalším druhem preferujícím poškozenější porosty je holub douphák. Též se jedná o druh preferující starší listnaté porosty (shoduje se s mými výsledky) který hnízdí v dutinách (Moning & Müller 2008; Šťastný & Hudec 2011). Hnízdění v dutinách bude nejspíš hlavní důvod pro preferenci poškozenějších porostů holubem douphákem. Preferenci starších porostů sice z mých výsledků nevykazuje, je však možné, že se jedná o nepřesnost způsobenou tím, že do dat o věkové struktuře jsou zahrnuty pouze lesy smíšené a jehličnaté.

Sýkora modřinka, podobně jako výše zmiňovaný holub douphák také hnízdí v dutinách stromů (Moning & Müller 2008), preferuje starší listnaté a smíšené lesy (shoduje se s mými výsledky) (Šťastný & Hudec 2011). Vysvětlení pro její lesní preference tak bude podobné, jako u holuba doupháka.

Druh, který naopak preferuje porosty zdravé, a to ze všech druhů nejvýrazněji, je králíček obecný. Jedná se o druh preferující jehličnaté porosty, ve smíšených a listnatých se objevuje jen velmi vzácně (Šťastný & Hudec 2011). Navíc se častěji vyskytuje v prostředí, kde je méně odumřelého dřeva a více podrostu mladých jehličnanů (Moning & Müller 2008). Lze tedy poměrně dobře usuzovat, že se jedná o druh pevně vázaný na zdravé jehličnaté porosty, z tohoto důvodu také můžeme vidět významný pokles jeho populací v posledních letech (Voříšek et al. 2020), protože dochází ke zhoršení kvality jehličnatých porostů (Hlásný et al. 2021; Ministerstvo Zemědělství 2021).

Dalším druhem preferujícím zdravé porosty je sýkora parukářka. Jedná se o výlučně lesní druh preferující převážně jehličnaté porosty, což potvrzují i mé výsledky, hnízdící v dutinách stromů (Šťastný & Hudec 2011). Jedná se podobně jako u králíčka obecného o druh pevně vázaný na zdravé jehličnaté porosty, avšak možná díky jejím hnízdním nárokům na rozdíl od hnízdních nároků králíčka nedochází k jejímu strmému úbytku (Voříšek et al. 2020)

Červenka obecná taktéž vyhledává dle mých výsledků zdravé porosty, obývá všechny typy lesů, dle mých výsledků však častěji jehličnaté, s bohatým podrostem v podobě keřů či malých stromků (Šťastný & Hudec 2011). Tomu by odpovídala i její preference porostů s nižším zakmeněním. Podle výsledků tedy nelze předpokládat, že vyšší náklonost k lesům zdravým znamená u červenky obecné preferenci lesů hustších a s menším množstvím podrostů, proto předpokládám, že je červenka více vázaná na zdravé lesy a obecně lesy jehličnaté, než udává literatura.

Králíček ohnivý je dalším z druhů preferujících zdravé porosty, je vázaný na smrkové lesy, jak naznačují i mé výsledky, méně úzce však než králíček obecný (Šťastný & Hudec 2011). To lze také pozorovat na jeho celkovém trendu, na rozdíl od králíčka obecného jeho početnost totiž roste (Voříšek et al. 2020). Lze ho také považovat za specialistu jehličnatých porostů, jeho vazba na ně však není tak významná, jako u králíčka obecného. Králíček ohnivý je navíc více častý v lesích s vyšším zakmeněním, toto zjištění lze dát do souvislosti s jeho preferencí lesů bez podrostu (Moning & Müller 2008).

Dalším druhem vyskytujícím se častěji ve zdravých lesích je sýkora uhelníček (*Parus ater*). Jedná se o druh vyskytující se ve starších jehličnatých lesích (Šťastný & Hudec 2011), jak potvrzují i mé výsledky, kterému se daří daleko lépe v lesích s menším množstvím odumřelého dřeva (Moning & Müller 2008), což poměrně jasně značí vazbu na zdravější porosty.

Poslední druh, který zmíním v tomto porovnání je střízlík obecný. Tento druh nejeví dle mých výsledků preference u lesů dělených podle růstových fází ani podle poškození porostů. Jeví však preference lesů s nižším zakmeněním a lesů starších. Dle Moninga a Müllera (2008) preferuje lesy s větším množstvím bylinného podrostu, což by odpovídalo lesům s menším zakmeněním a lesy jehličnaté což se také shoduje s mými výsledky.

Obecně lze tedy tvrdit, že zastoupení jehličnatých stromů na ploše má největší vliv na ptačí druhy. Touto vlastností lesa bylo totiž průkazně ovlivněno 34 druhů ptáku z celkově 46 zkoumaných. Další vlastností lesa, která poměrně znatelně ovlivňuje ptačí druhy jsou růstové fáze lesa. Tato vlastnost lesa měla průkazný vliv na 26 druhů ptáků. Velmi výrazný vliv na ptačí druhy mělo také poškození porostů, tato vlastnost lesa prokazatelně ovlivňuje 21 druhů ptáků. Další vlastnosti lesa, etáživost (18), věková struktura porostů (17) a míra zakmenění porostů (15) ovlivňují druhy méně. Není to však tím, že by neměly na ptačí druhy takový vliv, je to spíše podobou dat, která jsem měl k dispozici. Zatímco k prozkoumání vlivu poškození porostů mám data o ptácích za 23 let, pro všechny ostatní charakteristiky je mám pouze za 10 let. Růstové fáze lesa jsou v ČR více méně rovnoměrně rozložené do všech čtyř kategorií růstových fází a mapové podklady jsou díky vytvoření

na základě družicových snímků poměrně přesné. Data o druhové skladbě lesa jsou také velmi přesná, jejich základní jednotkou je porostní skupina. Avšak data o stáří lesů pochází pouze z lesů které mají zastoupení smrku ztepilého nad 20 %. Díky tomu mám k dispozici méně než polovinu bodů oproti ostatním datovým souborům, pro které mám data o ptácích za 10 let (data o poškození jsou pro podobné množství sčítacích bodů, ale více let). Data o etáživosti a zakmenění pak nejsou zcela přesná z podstaty struktury porostů v ČR. Lesy s větším počtem stromových pater než 1 a lesy s menší mírou zakmenění než 70 % jsou v ČR velmi ojedinělé, proto jsou data průkazná pouze pro druhy, kde mají sledované charakteristiky opravdu znatelný vliv.

Podle těchto vlastností lesa lze také zjistit, které ptačí druhy mají podobné nároky na lesní prostředí. Například z jedenácti druhů preferujících zdravý les se pouze jediný, strakapoud velký, vyskytuje častěji v listnatém lese. Všechny ostatní druhy preferující zdravý les se častěji vyskytují v lese jehličnatém. Naproti tomu z deseti druhů častěji se vyskytujících v poškozenějších lesích, sedm z nich preferuje lesy listnaté. Navíc jeden druh, sýkora babku, která dle mých výsledků vychází jako druh bez preferencí listnatého či jehličnatého lesa, literatura označuje za druh preferující lesy listnaté. Ze zbývajících dvou druhů jeden preferuje porosty jehličnaté a jeden je bez průkazných preferencí.

Další dvě charakteristiky spolu související jsou zkamenění a růstové fáze. Z jedenácti druhů preferujících lesy s nižším zakmeněním devět druhů preferuje lesy v nižších růstových fázích, zbylé dva druhy jsou bez zjevných preferencí. Navíc pouze dva z těchto druhů nepreferují jehličnaté porosty. Lze zde tedy vyčlenit skupinu druhů, která preferuje lesy jehličnaté s menším zakmeněním a zároveň v nižší růstové fázi. Všechny tři tyto preference vykazuje 7 druhů. Pěvuška modrá, drozd brávník, budníček větší (preferuje jehličnaté lesy dle mých výsledků), pěnkava obecná, čížek lesní, křivka obecná a hýl obecný. Přitom se jedná o druhy s poměrně odlišnými vlastnostmi, podle dostupné literatury (Šťastný & Hudec 2011). Poměrně zajímavé jsou pak preference tří druhů. Čížka lesního, křivky obecné a hýla obecného. Všechny tři druhy preferují výše zmíněné vlastnosti lesa, navíc ještě preferují porosty s větším množstvím stromových pater. Dle ostatních výsledků a logiky by to indikovalo významnou preferenci bohatého podrostu a mladších smrkových porostů. Jejich společnou vlastností je výskyt v horských oblastech. Je tedy možné, že tyto charakteristiky, které sleduji jsou obecně podřadné faktu, že se tyto druhy spíše orientují ve vyšších nadmořských výškách. Odpovídalo by tomu i rozložení lesů, protože v horských oblastech převažují jehličnaté lesy v nižších růstových fázích a s větším počtem stromových pater. Je tedy škoda, že jsem do analýzy nezahrnul nadmořskou výšku sčítacích ploch, mohla by být poměrně dosti vypovídající a rozhodně se bude hodit ji do dalších analýz zahrnout. Další společnou vlastností těchto tří druhů je však také

jejich potrava, ve všech třech případech se jedná o semenožravé druhy, což může mít na výskyt těchto druhů také podstatný vliv. Tuto úvahu rozvedu níže v textu, kdy se budu zabývat vývojem početnosti křivky obecné v různých typech porostu.

Další dva druhy s podobnými nároky jsou Linduška lesní a rehek zahradní. V mých výsledcích se sice liší preferencí lesů podle smíšenosti, kdy linduška lesní preferuje lesy jehličnaté a rehek zahradní je bez jasných preferencí, avšak dle Šťastného a Hudce (2011) se jedná o druhy bez zjevných preferencí, naproti tomu pak dle Reifa (2003) je zase linduška lesní bez zjevných preferencí a rehek zahradní preferuje lesy jehličnaté. Je tedy znatelné, že oba druhy nemají zcela jasno o svých preferencích, avšak mé výsledky jsou z území celé ČR, tak je považuji za nejpřesnější. V čem se však tyto dva druhy shodují jsou všechny ostatní charakteristiky. Oba druhy preferují les poškozený, v nižších růstových fázích, avšak starší a lesy s nižším počtem stromových pater (dokonce jako jediné dva druhy). Lze tedy odhadnout, že co se týče prostorových charakteristik lesa, mají oba druhy preference poměrně podobné. Oba druhy budou preferovat zejména lesní okraje, lesy světlejší a prostornější, s menším množstvím lesního podrostu.

Celkově lze tedy dle druhů, které preferují určité lesní vlastnosti odhadnout, co nám mohou tyto charakteristiky říkat. Pro správnou interpretaci výsledků je však třeba částečně znát ekologii konkrétních druhů, protože některé druhy mohou preferovat stejný porost jako jiné, i když z odlišných důvodů. Druhy, které preferují poškozenější porosty, mohou profitovat jednak především z většího množství hnízdních příležitostí v dutinách, spojeného s větším množstvím odumřelého dřeva. Dále však také z větší prosvětlenosti lesů a s ním spojeným větším množstvím lesního podrostu. Druhy preferující zdravější porosty jsou většinou specialisty lesních porostů, převážně jehličnatých. Druhy preferující porosty mladší většinou hnízdí blíže zemi, preferují porosty na okrajích lesů, osidlují taktéž nově vzrostlé lesy po disturbancích. Lesy ve vyšší růstové fázi preferují převážně druhy listnatých, otevřených lesů a taktéž druhy preferující bohatší podrost. Druhy v nižších růstových fázích jsou druhy preferující lesy mladší, na okrajích lesů, ale také lesy starší a řidší, s bohatým podrostem. Dále se většinou jedná o druhy preferující lesy jehličnaté. Některé druhy však mohou obecně preferovat pouze lesy starší. Je u nich však tak významná preference okrajů lesa, že jsou mémi výsledky označeny za druhy preferující lesy v nižších růstových fázích. Druhy preferující vyšší zakmenění jsou většinou druhy, které nesnáší dobře bohatý podrost a preferují proto lesy s větším korunovým zápojem. Druhy preferující porosty s nižším zakmeněním pak mají většinou preference opačné a bohatý podrost uvítají. Druhy preferující větší množství stromových pater většinou taktéž preferují bohatší podrost a ekologicky hodnotnější prostředí, druhy preferující nižší množství vegetačních pater preferují chudší lesní podrost a prostornější les.

Je tedy poměrně jasné, že většina lesních charakteristik vypovídá, podle toho, kde se druh ptáka nachází, spoustu informací o jeho ekologických nárocích. Je však třeba vždy vzít v potaz všechny průkazné vlastnosti lesa ovlivňující ptačí druh.

4.5. Změna početnosti druhů v závislosti na vlastnostech porostů

Změna početnosti druhů v závislosti na zastoupení jehličnatých lesů

Holub hřivnáč je druh, který v posledních letech zaznamenává poměrně razantní nárůst své početnosti (Voříšek et al. 2020). Dle mých výsledků se jeho stavy zvyšují ve všech typech lesa, nejvíce v lesích listnatých, nejméně pak v lesích smíšených. Mezi trendem v lesích jehličnatých a listnatých však není statisticky průkazný rozdíl. Je však ale zajímavé, že statisticky průkazný rozdíl je mezi lesy listnatými a smíšenými. Jedná se o druh obecně preferující spíše lesy jehličnaté, díky jeho zvyšující se početnosti je logický jeho lehčí nárůst početnosti v lesích listnatých, díky větší vnitrodruhové konkurenci v lesích jehličnatých. Vzhledem k tomu, že je však jeho preference jehličnatých porostů ze všech druhů, které jsem zkoumal nejmenší, dá se z výsledků vyvodit, že preferuje lesy jehličnaté, nebo lesy smíšené s větším zastoupením jehličnatých stromů. Proto je tedy možné, že při rozdělení sčítacích ploch na kategorie jehličnatý, listnatý a smíšený, bude kategorie, kde se holub hřivnáč nejčastěji vyskytuje, les smíšený. Proto lze výsledky vysvětlit tak, že se holub hřivnáč nejméně nalézá právě v lesích listnatých, nejvíce je pak zastoupen v lesích smíšených, proto díky nárůstům jeho početnosti můžeme sledovat expanzi do, pro něj méně přirozeného prostředí, tedy lesů listnatých (Miller 1967).

Žluna zelená je další druh, jehož početnost se v posledních letech zvyšuje (Voříšek et al. 2020). Jedná se o druh preferující listnaté porosty, její početnost se ze všech tří prostředí zvyšuje nejvíce v porostech jehličnatých. V ostatních dvou prostředích není její změna v početnosti statisticky průkazná. Zde si tuto změnu opět vysvětluji podobně, jako u holuba hřivnáče. Vzhledem k tomu, že žluna zelená preferuje lesy listnaté, nebo smíšené a její početnost významně přibývá, je možné, že v lesích, kde by hnízdila raději je vnitrodruhová konkurence o potravu a hnízdní příležitosti natolik vysoká, že se rozšiřuje i do lesů, kde by se při nižších stavech normálně nevyskytovala.

Populace střízlíka obecného se v posledních letech také zvyšuje, nejmarkantněji pak v lesích listnatých. Trend v lesích jehličnatých a smíšených není statisticky průkazný. Opět se jedná o druh

preferující opačné prostředí, než v kterém jeho populace momentálně nejvíce roste, lze tedy nabídnout stejné vysvětlení tohoto trendu jako v případě holuba hřivnáče a žluny zelené.

Nárůst populace je v poslední době zřejmý také u špačka obecného. Nejvýznamnější nárůst v početnosti jsem u něj zaznamenal v lese listnatém, v lese jehličnatém se trend zdá být také pozitivní, ale není signifikantní. V lese smíšeném je setrvalý. Špaček obecný má poměrně silnou preferenci lesů listnatých, je tedy možné, že ještě nevyčerpal potenciální prostor listnatých lesů. Jako pravděpodobnější vysvětlení se ale nabízí, že špaček obecný se sdružuje v hejnech, a to i při hnízdění (Šťastný & Hudec 2011), proto je u něj vnitrodruhová konkurence menší než u ostatních druhů a je tedy schopen obývat jeden typ prostředí v daleko větší hustotě, proto stále více využívá prostředí pro něj přirozenější.

Červenka obecná je druh preferující lesy jehličnaté, dle literatury (Šťastný & Hudec 2011) je však označována za druh bez zjevnějších preferencí. Dle mých výsledků průkazně přibývá ve všech typech prostředí, nejvíce pak v lesích smíšených. Je možné, že díky její částečné migraci červenka obecná opouští na zimu více lesy jehličnaté, nacházející se v chladných oblastech, a v lesích smíšených a listnatých, nacházejících se v oblastech mírnějších zim, zimní období přečkává. Zde pak má lepší podmínky pro hnízdění a hledání partnerů, proto zde populace více prosperuje. Více pak prosperuje v lesích smíšených, kvůli většímu zastoupení jehličnanů v porostu, které preferuje. Obecně si pak celkový pozitivní trend vysvětlují teplejšími zimami, kdy větší množství jedinců přezimuje na našem území (Šťastný & Hudec 2011). Zde by se na potvrzení mých poznatků opět hodil do dat zahrnout údaj o nadmořské výšce.

Sýkora modřinka je druh s celkově setrvalým stavem její populace. Dle mých výsledků její populace roste nejvíce v lesích smíšených, v lesích jehličnatých je populace setrvalá, v lesích listnatých taktéž, trend zde však není průkazně odlišný od trendu v lesích smíšených. Jedná se o jednoho z našich nejpočetnějších druhů ptáků (Šťastný, Bejček, Hudec 2006). Je proto tedy pravděpodobné, že podobně jako například u žluny zelené, je pro sýkorku modřinku vnitrodruhová konkurence v jejím nejvíce přirozeném prostředí, listnatém lese, natolik velká, že expanduje do lesů smíšených.

Celkový trend populace pěnkavy v našich lesích jsem zaznamenal slabě pozitivní. Její početnost pak nejvíce roste v lesích listnatých. Opět lze nabídnout podobné vysvětlení jako u žluny zelené, pěnkava obecná totiž dle mých výsledků preferuje spíše porosty jehličnaté.

U strnada obecného je jeho trend v početnosti setrvalý. Daleko zajímavější jsou však trendy v jednotlivých typech lesa. Zatímco v lesích jehličnatých se jeho početnost průkazně zvyšuje, v lesích

listnatých je tomu přesně naopak. Přitom se jedná o druh preferující porosty listnaté, na které však jeho vazba není tak silná. Pro strnada jsou však poměrně důležitá prosluněná a otevřená stanoviště, lesní okraje a paseky. Dle mých výsledků navíc preferuje lesy poškozené. Je tedy možné, že se strnad obecný přesouvá z listnatých do jehličnatých lesů právě z důvodů jejich zhoršujícího stavu. Spousta smrkových porostů v našich končinách je zasažena epidemií lýkožrouta, dochází k intenzivnímu mýcení a fragmentaci (Boulinier et al. 2001), zejména v oblastech vysočiny a lužických hor (Hlásný et al. 2021; Ministerstvo Zemědělství 2021). Díky tomu vznikají podmínky pro strnada obecného přímo ideální, druhy preferující světlé porosty a okraje lesů totiž velmi často jako první obsazují vytěžené lesní porosty (Hanssona 1983; Annand & Thompson 1997). Strnad obecný je navíc velmi početným druhem naší přírody (Šťastný, Bejček, Hudec 2006), je tedy možné, že vyhledává nová prostředí, kde není vnitrodruhová konkurence tak intenzivní. Pro potvrzení této domněnky by se hodilo do analýzy zahrnout vzdálenost sčítací plochy od nejbližšího výskytu kůrovcem napadených lesů a nejbližší detekované těžby.

Celkový trend budníčka menšího je za posledních deset let v lesích setrvalý, lehce negativní, ne však průkazně. Průkazný je však pokles jeho stavů v lesích jehličnatých. Je možné, že budníček menší oproti strnadovi obecnému zhoršování stavu jehličnatých porostů nenese tak dobře, přitom však preferuje podobné prostředí jako strnad obecný. Budníček je také poměrně početným druhem, je tedy možné, že obecně díky zhoršujícímu se stavu jehličnatých lesů a díky jejich snižující se ploše jednoduše klesá i jeho početnost. Lapšín (2000) navíc zmiňuje, že v Karelské oblasti se nacházelo okolo 30 % hnízd budníčka menšího v borůvčí. Je tedy také možné, že je úbytek početnosti budníčka menšího v smrkových lesích spojen navíc se ztrátou podrostu borůvčí, způsobeného taktéž zhoršováním kvality smrkových porostů a teplejším a sušším klimatem, které má negativní vliv zejména na středně staré a staré rostliny brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*) (Taulavuori et al. 2010).

Populace budníčka většího se za posledních deset let také zřetelně nezměnila. Prokazatelně však jeho početnost klesá v lesích jehličnatých, které však dle mých výsledků preferuje. Preferuje však také lesy nižšího až křovinatého vzrůstu (Šťastný & Hudec 2011). Je možné, že díky obecnému stárnutí lesů jehličnatých a také zhoršování stavu jehličnatých porostů, populace budníčka zkrátka v jehličnatých lesích klesá. Navíc druhy s podobnými nároky, preferencemi mladších nižších stromů a bohatšího podrostu častěji preferují porosty poškozené. Avšak u budníčka menšího i většího mi vyšly v rámci poškození porostu trendy negativní (preferující zdravější porosty), avšak statisticky neprůkazné (u budníčka menšího však na hranici statistické průkaznosti). Nelze to sice považovat za výrazně směrodatné, zdrojová data však mou úpravou pro použití k analýze utrpěla na kvalitě,

protože data o poškození jsou vypočtena průměrně na celou sčítací plochu, což realitu reflektuje pouze částečně. Je tedy možné, že jak budníček menší, tak budníček větší preferují zdravější porosty a díky tomu jejich populace v porostech jehličnatých, které jsou v posledních letech poškozenější, zkrátka klesá.

Sýkora lužní je druh, jehož početnost v posledních letech klesá (Voříšek et al. 2020). Dle mých výsledků klesají průkazně její počty pouze v lesích smíšených. Z dostupné literatury (Reif 2003; Šťastný & Hudec 2011) lze vyčíst, že sýkora lužní preferuje porosty jehličnaté. Je tedy možné, že díky její klesající početnosti obsazují jedinci původně hnízdící ve smíšených porostech uvolněné niky v lesích jehličnatých. Jedná se také o druh preferující vlhčí prostředí a obývající převážně severské oblasti Evropy a Ruska (Šťastný & Hudec 2011). Díky zvyšujícím se teplotám v důsledku globálních změn klimatu (IPCC 2018) je možné, že lesy smíšené začaly být pro sýkoru lužní nevyhovující, nachází se také většinou v nižších nadmořských výškách než lesy jehličnaté (European Environment Agency 2021). Je tedy možné, že celkový pokles sýkory lužní je z důvodů sušších a teplejších roků a přesouvá se proto do vhodnějších podmínek do vyšších nadmořských výšek a severněji, mimo naše území.

Králíček obecný je druh, jehož stavy dlouhodobě klesají. V mých výsledcích jsem zaznamenal značný pokles ve všech třech prostředích, nejvíce v lesích listnatých. Pravděpodobný celkový pokles populace králíčka obecného bych dával za vinu zhoršující se kvalitě jehličnatých porostů, zejména těch smrkových, na které je velmi pevně vázán (Alatalo 1981; Šťastný & Hudec 2011). Díky jeho strmému poklesu je tedy poměrně nasnadě, že po uvolnění původně obsazených nik se budou ostatní jedinci stahovat z listnatých lesů zpět do jehličnatých, popřípadě smíšených. Králíček obecný si navíc mezidruhově konkuruje se sýkorou uhelníčkem (Alatalo 1981), která je v našich končinách početnější a její početnost také klesá (Šťastný, Bejček, Hudec 2006; Voříšek 2020) a je tedy možné, že obsazuje uvolněný areál v jehličnatých lesích také po ní.

Změna početnosti druhů v čase v závislosti na stáří lesa

Změna početnosti špačka obecného je závislá také na stáří lesa. Vzhledem k tomu, že je to druh preferující rozvolněné a poškozené porosty, dalo by se očekávat, že také upřednostňuje lesy starší. Dle mých výsledků však v této kategorii jeho početnost poměrně výrazně ubývá. V mladých a středně starých lesích jsou jeho stavy setrvalé, v mladých má navíc zdánlivě pozitivní trend, který však není statisticky průkazný. Zde je poměrně důležité dát si do kontextu právě jeho výraznější nárůst početnosti v lesích listnatých. Data o věkové struktuře lesa totiž pocházejí pouze z lesů, kde je zastoupení smrku ztepilého nad 20 %, což defacto vylučuje lesy listnaté, kde populace špačka

obecného roste nejvíce. Je tedy možné, že ve smíšených a zejména jehličnatých lesích původně obýval lesy starší, které však kvůli zhoršování jejich kvality podstatně mění svou strukturu. Starší smrkové monokultury, které za posledních deset let dosáhly mýtního věku jsou vykáceny a většinou nahrazeny lesy smíšenými, či listnatými. Navíc ke konci tohoto desetiletého období došlo k významnému zasažení smrkových lesů kůrovcovou kalamitou, která měla za následek také úbytek starších jehličnatých lesů (Hlásný et al. 2021; Ministerstvo Zemědělství 2021). Pravděpodobně tedy pokles početnosti špačka obecného ve starších lesích bude způsobený celkovou degradací jeho stanovišť. Je také možné, že jeho poměrně významnému slučování do hejn mohou být data ovlivněna chybovostí při sčítání, kdy je možné takto zachytit i hejno hledající potravu v typu lesa, kde špaček obecný vůbec nehází. Vzhledem k tomu, že se v tomto případě však jedná o data za deset let, přijde mi tato chybovost méně pravděpodobná.

U pěkavy obecné je zřejmé, že se její početnost zvyšuje s vyšším zastoupením mladých porostů. I přesto, že změna její početnosti v porostech není signifikantně odlišná od nuly, je odlišná od pozitivního trendu u mladých lesů. Jedná se o poměrně zajímavý výsledek, vzhledem k tomu že dle mých výsledků je její výskyt větší právě v lesích starších. Pěkava obecná preferuje jehličnaté porosty, navíc preferuje porosty zdravější. Je tedy možné, že podobně, jako tomu bylo u špačka obecného, ztrácí prostředí starších lesů vlivem zhoršování kvality jehličnatých porostů a přibývá tak v porostech mladších, které současným zhoršujícím se stavem nejsou tolik zasaženy (Hlásný et al. 2021, Ministerstvo Zemědělství 2021).

Populace křivky obecné nemá celkově průkaznou změnu početnosti. Průkazná není ani změna trendu v žádné z kategorií lesa dle stáří porostů. Neprůkazný pozitivní trend v mladých porostech je však signifikantně odlišný od neprůkazně negativních trendů ve středně starém a starém lese. Což je velmi zajímavé. Výše v textu jsem se totiž věnoval jejímu častějšímu výskytu v lesích nižších růstových fází. Došel jsem k závěru, že jsou tyto výsledky možná dány nepřesnostmi ve sčítání. Data o změně početnosti v lesích podle jejich věkové struktury však naznačují, že křivka obecná v posledních deseti letech opravdu osidluje častěji lesy mladší. Zde se tedy nabízí poměrně divoká úvaha. V práci (Redmond, Forcella, Bargeret 2012) bylo popsáno, že jehličnany, konkrétně borovice, v odpovědi na extrémní sucha snižují produkci šišek. Mohlo by se sice zdát, že by tedy měla být u křivky obecné jasná odpověď na tento fakt větším výskytem ve zdravějších lesích, který jsem ale nezaznamenal. Jenže některé stromy mohou na suchu reagovat zvýšenou produkcí šišek v jednom roce, což má ale za následek zmenšení přírůstků v koruně a následné snížení množství produkce šišek v následujících letech. Nemá to však za následek zvýšenou míru defoliace, kterou data o poškození lesů sledují (Solberg 2004). Tento efekt byl navíc popsán právě u smrků, kde hnízdí

podstatná část populace křivky obecné u nás, zejména v severní části území (Šťastný & Hudec 2011). Mladší lesy pak zvládají sucho výrazně lépe, protože starší stromy vyžadují daleko větší množství vody, ale je pro ně dostupná většinou v daleko menším množství. Mladší lesy jsou vlhčí a vykazují vyšší toleranci vůči suchu (Young 2017). Z těchto údajů lze tedy usuzovat, že mladší lesy jsou odolnější vůči suchu a díky tomu mají větší produkci šišek. Jak bylo v dřívější práci prokázáno (Senar 1993), křivka obecná má tendenci se více zdržovat a vracet se na místa, kde je dostatek šišek, jejich semena totiž používá jako nejčastější zdroj potravy. Je tedy dobře možné, že se křivka obecná v posledních letech stěhuje z pro ni přirozenějších starších a vyšších lesů do lesů mladších a hustějších, protože je v nich daleko větší množství dostupné potravy, která ve vzrostlejších jehličnatých lesích vlivem globálních změn klimatu (IPCC 2018) probíhá. Dle Hanssona (1983) se křivka častěji vyskytuje na v okolí holosečí, nebo přímo na holosečích. Avšak také zmiňuje, že určení její početnosti je poměrně složité, nejčastěji ji lze spatřit jen s velkými obtížemi, jak prolétá těsně pod vrcholky stromů. To může znamenat problém přesně určit její početnosti a může nahraovat nadhodnocení jejích stavů v místech, kde je zkrátka lépe vidět. Je navíc také možné, že své hnízdní oblasti má stále stejné, do mladších lesů však častěji lítá za potravou, jak jsem již zmiňoval výše v textu.

Počty strnada obecného nejvíce rostou v lesích středně starých, v lesích mladých a starých nejsou signifikantně odlišné od nuly. Strnad obecný je druh preferující porosty listnaté, v kterých se ale jeho početnost snižuje. Naproti tomu se zvyšuje v lesích jehličnatých. Zdá se tedy, že se jeho počty nejvíce zvyšují v lesích středně starých a jehličnatých. Jeho zvyšujícím se stavům v jehličnatém lese jsem se věnoval výše v textu a došel jsme k závěru, že se jeho početnost v jehličnatých lesích zvyšuje kvůli jejich snižující se kvalitě a s tím spojenému zvyšujícím se prosvětlení a fragmentaci. Nejvíce zasaženými lesy epidemií lýkožrouta a globálními změnami klimatu jsou lesy staré a středně staré. Vzhledem k tomu, že však strnad obecný preferuje lesy mladší, je velmi pravděpodobné, že z tohoto důvodu si vybírá právě poškozené lesy středně staré, jehličnaté. Navíc trend ve starém lese sice není průkazný od nuly, není však ani průkazně rozdílný od trendu v lese středně starém. Tyto výsledky tedy do určité míry potvrzují moji domněnku, že se strnad obecný stěhuje do poškozených smrkových lesů. Na potvrzení těchto výsledků by se do další analýzy hodilo zahrnout data o detekci lýkožrouta a těžebních prací v lesních porostech.

Početnost pěvušky modré se průkazně snižuje v lesích mladých, v dalších dvou kategoriích lesa z hlediska stáří je pak její stav setrvalý. Jedná se o poměrně zajímavý výsledek, vzhledem k tomu, že pěvuška modrá preferuje právě lesy mladší a lesy v nižších růstových fázích. Je možné, že díky zvyšování početnosti některých druhů v mladších porostech, zejména velmi početné

pěnkavy obecné, je pěvuška modrá konkurenčně vytlačována z jejího přirozenějšího prostředí, v literatuře jsem však nenalezl nic, co by toto tvrzení podporovalo. Dále je možné, že díky snížení osazování ploch jehličnatými lesy se lehce snižuje plocha mladých jehličnatých lesů. Samci pěvušky modré jsou pak schopni silné vnitrodruhové konkurence (Birhkead 1981; Snow 1982; Davies & Lundberg 1984) a může se tak stát, že se právě díky tomu snižují stavy v prostředí pěvuškou modrou nejhustěji obývaném.

U dlaska tlustozobého lze sledovat nárůst početnosti v lesích mladých a setrvalý stav v ostatních typech lesa. Je dost dobře možné, že u něj dochází k podobnému efektu jako u křivky obecné. Jedná se totiž o semenožravý druh a jeho nejčastější limatací je kromě predace právě nedostatek potravy v hnízdním období. V Bělověžském národním parku bylo prokázáno, že v letech chudých na semena dlaskové tlustozobí nevyvedli téměř žádné potomky, stejně tak v letech, kdy bylo chladné jaro a semena dozrávala až po skončení jejich hnízdního období (Tomiałojć 2012). Je tedy teoreticky možné, že k podobnému efektu, snížení produkce semen u starších porostů dochází, podobně jako u jehličnatých stromů i u stromů listnatých, a dlask tlustozobý se kvůli tomu přesouvá do porostů mladších. Nepodařilo se mi však v literatuře najít nic, co by tuto úvahu podporovalo.

U šoupálka krátkoprstého ani v jedné kategorii lesa trend nevyšel průkazný, avšak v mladém a středně starém lese má trend negativní, i když neprůkazný a oba trendy jsou průkazně rozdílné od pozitivního trendu v lese starém. Šoupálek krátkoprstý poměrně značně preferuje starší porosty (Mojžiš & Jarčuška 2019). Mé výsledky sice tuto preferenci nenaznačují, je to však pravděpodobně způsobeno nižší početností šoupálka krátkoprstého (Šťastný, Bejček, Hudec 2006) a nepřesnostmi v datech. Je tedy poměrně logické, že bude početnost šoupálka krátkoprstého stoupat právě ve starých porostech. Šoupálek krátkoprstý svádí mezidruhovou kompetici o teritoria s šoupálkem dlouhoprstým (Clouet & Gerard 2019), počty šoupálka dlouhoprstého se v našich lesích dle mých výsledků postupně snižují. Je tedy možné že šoupálek krátkoprstý obsazuje ve starších, pro něj přirozenějších lesích prostředí uvolněné šoupálkem dlouhoprstým, nebo například některými z druhů sýkor, jejichž stavy se též snižují.

Počty čížka lesního průkazně klesají ve všech třech typech lesa, nejméně však klesají v lese středně starém. Čížek je částečně migrující druh a jeho počty meziročně velmi silně kolísají, tyto meziroční rozdíly jsou nejčastěji způsobeny množstvím semen, které se ten rok urodí, hlavní součástí potravy čížka lesního (Eriksson 1970). Výraznější pokles početnosti v lesích starších lze dobře vysvětlit sníženou produkcí semen starších jehličnatých porostů (Remond et al. 2012). Možné však je, že v rámci globálních změn klimatu (IPCC 2018) dochází k migraci čížků lesních hnízdících na našem území více na sever. Je tedy možné, že se snižují stavy migrujících populací, kdežto stavy

jedinců, kteří na našem území zůstávají i v zimě jsou stálejší. To by vysvětlovalo výraznější pokles v lesích mladších, vzhledem k tomu, že se rozprostírají více v horských oblastech a obecně jsou horší k přezimování než lesy středně staré. Jedná se však o poměrně neotřelou úvahu a tyto výsledky by zasloužily detailnější prozkoumání.

Při porovnávání mého výzkumu s výzkumy podobného ražení ze střední Evropy je třeba mít na paměti, že má práce zahrnuje všechny sčítací plochy v lesích na celém území České republiky. Většina podobných prací na toto téma totiž zkoumá menší oblasti, většinou převážně v přírodně bohatších oblastech národních parků a oblastí hor. Vzhledem k tomu mohou lesní charakteristiky znamenat trochu něco jiného, například stáří lesa v parcích a horských oblastech může indikovat větší množství spadaného a tlejícího dřeva, kdežto v mých datech je většina lesů hospodářská, a tudíž starší lesy tolik spadaného dřeva nenabízejí (Mitchell 2001).

5. Závěr

V mé práci jsem si dal za cíl testovat, jaké vlastnosti lesního porostu mají nejvýznamnější vliv na ptačí populace a jak se v různých typech lesa mění početnost ptáků v čase.

Co se týče testování vlastností lesního porostu, všechny mnou zkoumané lesní charakteristiky měly prokazatelný vliv na některé druhy ptáků. Nejvíce druhů (33) bylo ovlivněno zastoupením jehličnatých porostů v lese. Růstové fáze lesa měly prokazatelný vliv na 26 druhů, poškození porostů mělo vliv na 20 druhů, etáživost porostů ovlivňovala 18 druhů, vliv věkové struktury byl průkazný u 17 druhů a zakmenění ovlivňovalo početnost 15 druhů. Celkově jsem v mé práci zkoumal 43 druhů. Lze tedy vyvodit, že všechny mnou zkoumané charakteristiky významně ovlivňují populace lesních ptáků žijících na území České republiky. Druhy, na které mělo vliv nejvíce zkoumaných vlastností lesa byly: strakapoud velký (6), linduška lesní (5), pěvuška modrá (5), pěnkava obecná (5), hýl obecný (5). Ve většině případů se mé závěry shodovaly s dostupnou literaturou, v některých případech se však mé výsledky rozcházely. Vzhledem k povaze dat využitých v mé analýze předpokládám, že mé výsledky jsou nejpřesnější, jakých lze na celostátní úrovni dosáhnout, je tedy pravděpodobné, že tato nová zjištění poopravila některé v literatuře tradované znalosti o biotopových nárocích některých druhů.

Následně jsem zkoumal vliv zastoupení jehličnatých stromů a vliv stáří porostů na změnu početnosti ptačích druhů za posledních deset let. Zjistil jsem, že u 12 druhů byl trend početnosti odlišný mezi jehličnatými, listnatými a smíšenými porosty, a u 8 druhů se trend lišil mezi mladými, středně starými a starými porosty. Tento typ otázek si zatím žádné studie, které se zabývaly daty z celostátních monitorovacích programů, nepoložily. Přitom podle těchto výsledků lze podle nich zjistit, v kterých typech lesa druhy ubývají a v kterých se jim naopak daří. To je poměrně důležité zjištění z praktického hlediska, protože pak lze následně upravit lesnické postupy, aby z nich profitovalo co možná největší množství druhů u nás žijících, zejména ty nejohroženější. Například pěstovat více lesů s větším množstvím stromových pater nebo lesy s nižším než zákonem stanoveným minimálním zakmeněním.

Celkovým přínosem mé práce je tak přehled na celostátní úrovni jednoduše měřitelných vlastností lesa, které prokazatelně ovlivňují velké množství lesních ptáků, a porovnání jejich důležitosti. V dalších studiích by bylo vhodné obohatit zde analyzovaný materiál o další data, jako jsou např. nadmořská výška sčítacích ploch, vzdálenost od nejbližše detekovaného porostu napadeného lýkožroutem, migrační strategie druhů a jejich potravní nároky, nebo vzdálenosti sčítacích ploch od okraje lesa. Dále by pak bylo možné se zaměřit i na zde nezkoumané vlastnosti prostředí, jako jsou

např. růstové fáze lesa a dynamika poškození lesních porostů a vztáhnout je na vývoj početnosti ptačích druhů.

6. Seznam literárních zdrojů

Adamík, P., & Král, M. (2008). Nest losses of cavity nesting birds caused by dormice (Gliridae, Rodentia). *Acta theriologica*, 53(2), 185-192.

Adolt, R., Kohn, I., Strejček, R., Křístek, Š., Mlčoušek, M., Hejlová, V., 2020. Odhad zásob dříví v lesích na území České republiky na základě dat SSVLE z roku 2019. Brandýs nad Labem.

Alatalo, R. V. (1981). Interspecific competition in tits *Parus* spp. and the goldcrest *Regulus regulus*: foraging shifts in multispecific flocks. *Oikos*, 335-344.

Angelstam, P. K., Bütler, R., Lazdinis, M., Mikusiński, G., & Roberge, J. M. (2003). Habitat thresholds for focal species at multiple scales and forest biodiversity conservation—dead wood as an example. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 473-482). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.

Annand, E. M., & Thompson III, F. R. (1997). Forest bird response to regeneration practices in central hardwood forests. *The Journal of Wildlife Management*, 159-171.

Beese, W. J., & Bryant, A. A. (1999). Effect of alternative silvicultural systems on vegetation and bird communities in coastal montane forests of British Columbia, Canada. *Forest Ecology and Management*, 115(2-3), 231-242.

Birčák, T., & Reif, J. (2015). The effects of tree age and tree species composition on bird species richness in a Central European montane forest. *Biologia*, 70(11), 1528-1536.

Birkhead, M. E. (1981). The social behaviour of the dunnoek *Prunella modularis*. *Ibis*, 123(1), 75-84.

Bocca, M., Carisio, L., & Rolando, A. (2007). Habitat use, home ranges and census techniques in the Black Woodpecker *Dryocopus martius* in the Alps. *Ardea*, 95(1), 17-29.

Boulinier, T., Nichols, J. D., Hines, J. E., Sauer, J. R., Flather, C. H., & Pollock, K. H. (2001). Forest fragmentation and bird community dynamics: inference at regional scales. *Ecology*, 82(4), 1159-1169.

Brang, P., Spathelf, P., Larsen, J. B., Bauhus, J., Boncčina, A., Chauvin, C., ... & Svoboda, M. (2014). Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 87(4), 492-503.

- Canterbury, G. E., Martin, T. E., Petit, D. R., Petit, L. J., & Bradford, D. F. (2000). Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conservation Biology*, 14(2), 544-558.
- Clouet, M., & Gerard, J. F. (2019). Factors affecting the distribution of the sibling species of treecreepers *Certhia familiaris* and *C. brachydactyla* in the Pyrenees. *Journal of Ornithology*, 160(1), 27-36.
- Cueto, V. R., & de Casenave, J. L. (1999). Determinants of bird species richness: role of climate and vegetation structure at a regional scale. *Journal of Biogeography*, 26(3), 487-492.
- Davies, N. B., & Lundberg, A. (1984). Food distribution and a variable mating system in the dunnock, *Prunella modularis*. *The Journal of Animal Ecology*, 895-912.
- Donald, P. F., Green, R. E., & Heath, M. F. (2001). Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268(1462), 25-29.
- Easton, W. E., & Martin, K. (1998). The effect of vegetation management on breeding bird communities in British Columbia. *Ecological Applications*, 8(4), 1092-1103.
- Eriksson, K. (1970). *Carduelis spinus*. *Ornis Fennica*, 47, 52-69.
- Esri (2021). "Topographic" [basemap]. Měřítko neudáno. "World Topographic Map", [cit. 25.7.2021] Dostupné z: <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html>
- European Environment Agency [online], (2021) [cit. 25.7.2021]. Corine Land Cover 2018 seamless vector data (Version 20), Copenhagen, Denmark. Dostupné z: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>
- Fernandez, C., & Azkona, P. (1996). Influence of forest structure on the density and distribution of the White-backed Woodpecker *Dendrocopos leucotos* and Black Woodpecker *Dryocopus martius* in Quinto Real (Spanish western Pyrenees). *Bird Study*, 43(3), 305-313.
- Fraixedas, S., Lindén, A., & Lehikoinen, A. (2015). Population trends of common breeding forest birds in southern Finland are consistent with trends in forest management and climate change. *Ornis Fennica*, 92(4), 187-203.
- Franklin, J. F. (1988). Structural and functional diversity in temperate forests. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, DC, 52(1).

- Garmendia, A., Cárcamo, S., & Schwendtner, O. (2006). Forest management considerations for conservation of black woodpecker *Dryocopus martius* and white-backed woodpecker *Dendrocopos leucotos* populations in Quinto Real (Spanish Western Pyrenees). In *Forest Diversity and Management* (pp. 339-355). Springer, Dordrecht.
- Gregory, R. D., Noble, D., Field, R., Marchant, J., Raven, M., & Gibbons, D. W. (2003). Using birds as indicators of biodiversity. *Ornis hungarica*, 12(13), 11-24.
- Haila, Y., & Kouki, J. (1994, January). The phenomenon of biodiversity in conservation biology. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 5-18). Finnish Zoological Publishing Board, formed by the Finnish Academy of Sciences, Societas Biologica Fennica Vanamo, Societas pro Fauna et Flora Fennica, and Societas Scientiarum Fennica.
- Hansson, L. (1983). Bird numbers across edges between mature conifer forest and clearcuts in central Sweden. *Ornis Scandinavica*, 97-103.
- Helle, P., & Järvinen, O. (1986). Population trends of North Finnish land birds in relation to their habitat selection and changes in forest structure. *Oikos*, 107-115.
- Hlásný, T., Zimová, S., Merganičová, K., Štěpánek, P., Modlinger, R., & Turčáni, M. (2021). Devastating outbreak of bark beetles in the Czech Republic: Drivers, impacts, and management implications. *Forest Ecology and Management*, 490, 119075.
- Imbeau, L., Drapeau, P., & Mönkkönen, M. (2003). Are forest birds categorised as “edge species” strictly associated with edges?. *Ecography*, 26(4), 514-520.
- IPCC, (2018): Summary for Policymakers. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp
- James, F. C., & Wamer, N. O. (1982). Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology*, 63(1), 159-171.

- Kameniar, O., Baláž, M., Svitok, M., Reif, J., Mikoláš, M., Pettit, J. L., ... & Svoboda, M. (2021). Historical natural disturbances shape spruce primary forest structure and indirectly influence bird assemblage composition. *Forest Ecology and Management*, 481, 118647.
- Kéry, M., & Schmid, H. (2006). Estimating species richness: calibrating a large avian monitoring programme. *Journal of applied ecology*, 43(1), 101-110.
- Koleček, J., Reif, J., Šťastný, K., Bejček, V. (2010) Changes in bird distribution in a central European country between 1985–1989 and 2001–2003. *J Ornithol* 151:923–932
- Lapšin, N. V. (2000). Биология теньковки *Phylloscopus collybita* в Карелии. *Русский орнитологический журнал*, (90).
- Marler, P. (1956). Behaviour of the chaffinch *Fringilla coelebs*. *Behaviour. Supplement*, III-184.
- Miller, R. S. (1967). Pattern and process in competition. In *Advances in ecological research* (Vol. 4, pp. 1-74). Academic Press.
- Mitchell, M. S., Lancia, R. A., & Gerwin, J. A. (2001). Using landscape-level data to predict the distribution of birds on a managed forest: effects of scale. *Ecological Applications*, 11(6), 1692-1708.
- Mojžiš, M., & Jarčuška, B. (2019). K hniezdnemu výskytu kôrovníka krátkoprstého (*Certhia brachydactyla*) v lesoch západnej časti Cerovej vrchoviny (južné Slovensko). *Tichodroma*, 31, 1-10.
- Poleno, Z., Vacek, S., & Podrázský, V. (2009). Pěstování lesů: Praktické postupy pěstování lesů. III. Lesnická práce.
- Ram, D., Axelsson, A. L., Green, M., Smith, H. G., & Lindström, Å. (2017). What drives current population trends in forest birds—forest quantity, quality or climate? A large-scale analysis from northern Europe. *Forest Ecology and Management*, 385, 177-188.
- Redmond, M. D., Forcella, F., & Barger, N. N. (2012). Declines in pinyon pine cone production associated with regional warming. *Ecosphere*, 3(12), 1-14.
- Reif, J. 2003: Faktory ovlivňující diverzitu, početnost a velikost teritorií ptáků v lesních společenstvech CHKO Třeboňska a CHKO Křivoklátska. Diplomová práce, PŘF UK, Praha.
- Reif, J. (2013). Long-term trends in bird populations: a review of patterns and potential drivers in North America and Europe. *Acta ornithologica*, 48(1), 1-16.
- Reif, J., & Vermouzek, Z. (2019). Collapse of farmland bird populations in an Eastern European country following its EU accession. *Conservation Letters*, 12(1), e12585.

- Reif, J., Prylová, K., Šizling, A. L., Vermouzek, Z., Šťastný, K., Bejček, V. (2013). Changes in bird community composition in the Czech Republic from 1982 to 2004: increasing biotic homogenization, impacts of warming climate, but no trend in species richness. *Journal of Ornithology*, 154(2), 359-370.
- Reif, J., Voříšek, P., Šťastný, K., Bejček, V., Petr, J. (2008): Agricultural intensification and farmland birds: new insights from a central European country. *Ibis* 150: 569–605
- Robinson, W. D., & Robinson, S. K. (1999). Effects of selective logging on forest bird populations in a fragmented landscape. *Conservation biology*, 13(1), 58-66.
- Schulze, E. D., Craven, D., Durso, A. M., Reif, J., Guderle, M., Kroiher, F., ... & Eisenhauer, N. (2019). Positive association between forest management, environmental change, and forest bird abundance. *Forest Ecosystems*, 6(1), 1-12.
- Senar, J. C., Borrás, A., Cabrera, T., & Cabrera, J. (1993). Testing for the Relationship between Coniferous Crop Stability and Common Crossbill Residence (Poniendo a pruebas la relación entre la residencia de individuos de *Loxia curvirostra* y la estabilidad en la productividad de coníferos). *Journal of Field Ornithology*, 464-469.
- Sekercioglu, Ç. H., Wenny, D. G., & Whelan, C. J. et al. (2016). Why birds matter: Avian ecological function and ecosystem services. University of Chicago Press.
- Snow, B. K., & Snow, D. W. (1982). Territory and social organization in a population of dunnocks *Prunella modularis*. *Journal of the Yamashina Institute for Ornithology*, 14(2-3), 281-292.
- Solberg, S. (2004). Summer drought: a driver for crown condition and mortality of Norway spruce in Norway. *Forest Pathology*, 34(2), 93-104.
- Špulák, O., Kacálek, D. (2011): Historie zalesňování nelesních půd na území České Republiky. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56(1): 49–57.
- Šťastný K. & Hudec K. (eds) 2011: Fauna ČR: Ptáci 2/1. Academia, Praha.
- Šťastný K. & Hudec K. (eds) 2011: Fauna ČR: Ptáci 2/2. Academia, Praha.
- Šťastný K. & Hudec K. (eds) 2011: Fauna ČR: Ptáci 3/1. Academia, Praha.
- Šťastný, K., Bejček, V., Hudec, K. (2006) Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice. Aventinum, Praha

Šťastný, K., Bejček, V., Voříšek, P., Flousek, J. (2004): Populační trendy ptáků lesní a zemědělské krajiny v České republice v letech 1982–2001 a jejich využití jako indikátorů. *Sylvia* 40: 27–48..

Taulavuori, E., Tahkokorpi, M., Laine, K., & Taulavuori, K. (2010). Drought tolerance of juvenile and mature leaves of a deciduous dwarf shrub *Vaccinium myrtillus* L. in a boreal environment. *Protoplasma*, 241(1), 19-27.

Tomiało, J., L. (2012). Reproduction and population dynamics of Hawfinches *Coccothraustes coccothraustes* in the primeval forest of Białowieża National Park (NE Poland). *Acta Ornithologica*, 47(1), 63-78.

Tuomenpuro, J. (1989). Habitat preferences and territory size of the Dunnock *Prunella modularis* in southern Finland. *Ornis fenn*, 66, 133-141.

Turek, K., Křístek, Š., Vrobel, J., Strejček, R., Tomeček, P., Samec, P., et al. (2021). Vyhodnocení kontrolních a srovnávacích ploch v ČR v letech 2013–2020. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (2021), "Etáživost (2019), [cit. 25.7.2021]" Dostupné z: <http://geoportal.uhul.cz/mapy/mapylhpovyst.html>

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (2021), "Lesní porosty se zastoupením smrku ztepilého nad 20% podle věkových tříd (2018)", [cit. 25.7.2021] Dostupné z: <http://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyPohr.html>

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (2021), "Poškození a mortalita lesních porostů (2017 - 1984)", [cit. 25.7.2021] Dostupné z: <http://geoportal.uhul.cz/mapy/mapyzsl.html>

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (2021), "Růstové fáze (2015)" , [cit. 25.7.2021] Dostupné z: <http://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyDpz.html>

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (2021), "Smíšenost (Porostní skupina) (2019)", [cit. 25.7.2021] Dostupné z: <http://geoportal.uhul.cz/mapy/mapylhpovyst.html>

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (2021), "Zakmenění (2019), [cit. 25.7.2021]" Dostupné z: <http://geoportal.uhul.cz/mapy/mapylhpovyst.html>

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů [online] (2021), [cit. 25.7.2021] Dostupné z: <http://www.uhul.cz/mapy-a-data/katalog-mapovych-informaci>

Voříšek, P., Skálová, A., Reif, J., Vermouzek, Z. (2020). Změny početnosti běžných druhů ptáků v lesních ekosystémech. Studie pro Ministerstvo životního prostředí.

Wesolowski, T. (1996). Natural nest sites of Marsh Tit (*Parus palustris*) in a primaeval forest (Białowieża National Park, Poland). *Vogelwarte*, 38, 235-249.

Wesołowski, T. (2002). Anti-predator adaptations in nesting Marsh Tits *Parus palustris*: the role of nest-site security. *Ibis*, 144(4), 593-601.

Young, D. J., Stevens, J. T., Earles, J. M., Moore, J., Ellis, A., Jirka, A. L., & Latimer, A. M. (2017). Long-term climate and competition explain forest mortality patterns under extreme drought. *Ecology letters*, 20(1), 78-86.

Zimaroeva, A., Zhukov, A., Ponomarenko, A., & MATSYURA, A. (2015). Ecological niche modelling of *Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758 (common chaffinch) using GIS tools. *Romanian Journal of Biology–Zoology*, 60(2), 135-146.

7. Přílohy

Tabulka 1 Celkové výsledky pro vlivy etáživosti a poškození na ptačí druhy. S pozitivní hodnotou stoupá preference porostů s vyšším zakmenění a porostů poškozenějších.

Druh	Etáživost	St.Error	p-value	Poškození	St.Error	p-value
Linduška lesní	-0.19385	0.07544	0.0102	0.18405	0.04018	< 0.001
Čížek lesní	0.26993	0.07073	< 0.001	-0.04072	0.04598	0.376
Šoupálek krátkop.	0.1993	0.07364	0.0068	0.08826	0.13135	0.502
Šoupálek dlouh.	0.08441	0.03726	0.0235	-0.02127	0.04388	0.628
Dlask tlustozobý	0.07021	0.04754	0.14	0.09222	0.05312	0.0826
Holub doupňák	0.09896	0.04672	0.0342	0.18785	0.08378	0.0249
Holub hřivnáč	0.006946	0.019032	0.715	-0.06728	0.02388	0.00485
Krkavec velký	-0.10397	0.06444	0.107	-0.02996	0.07828	0.702
Strakapoud velký	0.10673	0.02384	< 0.001	0.07589	0.0286	0.00797
Datel černý	0.06107	0.0339	0.0717	-0.01296	0.04673	0.781
Strnad obecný	-0.05578	0.0541	0.302	0.08331	0.03979	0.0363
Červenka obecná	0.0472	0.018	0.00875	-0.10757	0.02167	< 0.001
Lejsek bělokrký	0.24169	0.04746	< 0.001	0.19243	0.06811	0.00473
Lejsek černohlavý	0.1083	0.1224	0.376	0.02238	0.1329	0.866
Pěnkava obecná	-0.01714	0.01585	0.28	-0.03721	0.01286	0.00381
Sojka obecná	0.006951	0.030475	0.82	-0.03069	0.03608	0.395
Křivka obecná	0.2497	0.06901	< 0.001	0.01799	0.03834	0.639
Lejsek šedý	0.1028	0.06134	0.0938	0.27465	0.07599	< 0.001
Sýkora uhelníček	0.03167	0.02692	0.239	-0.08857	0.02344	< 0.001
Sýkora modřinka	0.15455	0.03239	< 0.001	0.11705	0.04039	0.00376
Sýkora parukářka	0.0498	0.04853	0.305	-0.14631	0.05073	0.00393
Sýkora koňadra	0.11461	0.02246	< 0.001	0.06311	0.02645	0.017
Sýkora lužní	0.09543	0.06211	0.124	-0.03404	0.10579	0.748
Sýkora babka	0.07463	0.04991	0.135	0.19429	0.08346	0.0199
Rehek zahradní	-0.19915	0.07859	0.0113	0.24659	0.05786	< 0.001
Budníček menší	-0.008507	0.018691	0.649	-0.03575	0.02015	0.07598
Budníček lesní	0.05007	0.0389	0.198	-0.03573	0.0432	0.408
Budníček větší	-0.004455	0.056974	0.938	-0.0105	0.03077	0.733
Žluna zelená	0.11807	0.04758	0.0131	0.01504	0.13522	0.911
Pěvuška modrá	0.05809	0.04488	0.196	-0.11857	0.039	0.00236
Hýl obecný	0.17287	0.0571	0.00246	-0.13794	0.05523	0.0125
Králíček ohnivý	0.02676	0.03543	0.45	-0.10637	0.04217	0.0117
Králíček obecný	0.01553	0.03525	0.66	-0.16385	0.02793	< 0.001
Brhlík lesní	0.12008	0.02582	< 0.001	0.04412	0.03807	0.247
Špaček obecný	0.2241	0.0755	0.003	0.5072	0.0567	< 0.001
Pěnice černohlavá	0.0289	0.01606	0.0719	-0.03405	0.01795	0.0578
Pěnice slavíková	0.08436	0.05654	0.136	0.03213	0.06124	0.6
Pěnice hnědok.	-0.002343	0.085346	0.978	-0.04247	0.08421	0.614
Pěnice pokřovní	0.05276	0.09974	0.597	-0.02182	0.09396	0.816
Střízlík obecný	0.06022	0.02005	0.00267	0.02084	0.0301	0.489
Kos černý	0.03623	0.01844	0.0494	-0.005448	0.021176	0.79
Drozd zpěvný	0.02126	0.01915	0.267	-0.08476	0.02248	< 0.001
Drozd brávník	0.02299	0.03164	0.467	-0.06498	0.04778	0.174

Tabulka 2 - Celkové výsledky pro vlivy růstových fází a zakmenění na ptačí druhy. S pozitivní hodnotou stoupá preference porostů ve vyšších růstových fázích s vyšším zakmeněním.

Druh	Růst. fáze	St.Error	p-value	Zakmenění	St.Error	p-value
Linduška lesní	-0.37913	0.05841	< 0.001	0.11958	0.06698	0.0742
Čížek lesní	-0.3112	0.06499	< 0.001	0.41799	0.06627	< 0.001
Šoupálek krátko.	-0.00787	0.07683	0.918	-0.06849	0.08805	0.437
Šoupálek dlouho.	0.12264	0.0411	0.00284	-0.05272	0.04198	0.209
Blask tlustozobý	0.07047	0.05002	0.159	0.05189	0.0509	0.308
Holub doupňák	-0.07447	0.05332	0.236	0.05724	0.05877	0.33
Holub hřivnáč	-0.005397	0.019097	0.777	0.02646	0.01958	0.177
Krkavec velký	-0.12514	0.05427	0.0211	-0.09102	0.06242	0.145
Strakapoud velký	0.17834	0.02664	< 0.001	-0.13424	0.02907	< 0.001
Datel černý	-0.08338	0.03444	0.0155	0.07273	0.03394	0.0321
Strnad obecný	-0.29817	0.05037	< 0.001	-0.07095	0.05664	0.21
Červenka obecná	-0.01546	0.01827	0.397	0.076	0.01829	< 0.001
Lejsek bělokrký	0.24323	0.05678	< 0.001	-0.02451	0.05952	0.681
Lejsek černohlavý	0.315	0.1381	0.0225	-0.2186	0.1507	0.147
Pěnkava obecná	-0.0376	0.01533	0.0142	0.04582	0.01668	0.00602
Sojka obecná	-0.01132	0.02999	0.706	-0.06859	0.03202	0.0322
Křivka obecná	-0.41967	0.06389	< 0.001	0.40564	0.06775	< 0.001
Lejsek šedý	0.15586	0.07184	0.03	-0.0758	0.07165	0.29
Sýkora uhelníček	-0.01199	0.02753	0.663	0.02425	0.02911	0.405
Sýkora modřinka	0.01477	0.03568	0.679	-0.05953	0.03903	0.127
Sýkora parukářka	0.06622	0.05025	0.188	0.02461	0.04901	0.616
Sýkora koňadra	0.08961	0.02466	< 0.001	-0.01628	0.0255	0.523
Sýkora lužní	-0.21431	0.06107	< 0.001	0.11371	0.06163	0.065
Sýkora babka	-0.0893	0.05142	0.0824	-0.05487	0.05711	0.337
Rehek zahradní	-0.23287	0.0607	< 0.001	0.12483	0.06799	0.0663
Budníček menší	-0.12521	0.0173	< 0.001	-0.01822	0.01944	0.348
Budníček lesní	0.27785	0.04162	< 0.001	-0.10713	0.04295	0.0126
Budníček větší	-0.5336	0.0433	< 0.001	0.16248	0.05595	0.00368
Žluna zelená	-0.02703	0.05316	0.611	-0.03534	0.05685	0.534
Pěvuška modrá	-0.38372	0.03613	< 0.001	0.1336	0.04444	0.00264
Hýl obecný	-0.27838	0.05063	< 0.001	0.24247	0.05424	< 0.001
Králíček ohnivý	0.01559	0.03582	0.663	-0.14367	0.04037	< 0.001
Králíček obecný	-0.02948	0.03493	0.399	-0.0166	0.03708	0.654
Brhlík lesní	0.13466	0.02891	< 0.001	-0.001381	0.02925	0.96
Špaček obecný	0.16788	0.08108	0.0384	-0.15694	0.08589	0.0677
Pěnice černohlavá	-0.08657	0.0155	< 0.001	0.03943	0.01687	0.0194
Pěnice slavíková	-0.19734	0.05754	< 0.001	-0.09773	0.06654	0.142
Pěnice hnědok.	-0.26708	0.06923	< 0.001	0.004905	0.08283	0.95
Pěnice pokřovní	-0.10153	0.09348	0.277	-0.03322	0.10693	0.756
Střízlík obecný	-0.02046	0.01516	0.177	0.09699	0.02949	0.00101
Kos černý	0.02389	0.01892	0.2068	0.0324	0.01981	0.10205
Drozd zpěvný	-0.02741	0.01898	0.149	0.03525	0.01981	0.0752
Drozd brávník	-0.10201	0.02996	< 0.001	0.08054	0.03121	0.00986

Tabulka 3 - Celkové výsledky pro vlivy zastoupení jehličnanů a stárí na ptačí druhy. S pozitivní hodnotou stoupá preference porostů s větším zastoupením jehličnanů a starších porostů.

Druh	%jehličnanů	St.Error	p-value	Stárí	St.Error	p-value
Linduška lesní	0.20224	0.06589	0.00215	0.18007	0.08429	0.0326
Čížek lesní	0.34774	0.0733	< 0.001	-1.02	0.5347	0.0564
Šoupálek krátkop.	0.06211	0.07883	0.431	-0.03889	0.07317	0.595
Šoupálek dlouhop.	0.22367	0.03845	< 0.001	-0.0854	0.1689	0.613
Dlask tlustozobý	-0.32523	0.0512	< 0.001	0.10482	0.04519	0.0204
Holub doupňák	-0.32718	0.05615	< 0.001	-0.002391	0.001913	0.211
Holub hřivnáč	0.04778	0.01925	0.0131	-0.14004	0.08029	0.0811
Krkavec velký	0.14852	0.05838	0.011	-0.05826	0.02429	0.0164
Strakapoud velký	-0.13433	0.02677	< 0.001	0.1973	0.364	0.588
Datel černý	0.02985	0.03553	0.401	-1.3307	0.6434	0.0386
Strnad obecný	-0.14366	0.05262	0.00633	-0.01907	0.04633	0.681
Červenka obecná	0.12929	0.01804	< 0.001	-0.23994	0.08189	0.00339
Lejsek bělokrký	-0.47533	0.05787	<2e-16	-0.0355	0.02655	0.181
Lejsek černohlavý	-0.6908	0.1253	< 0.001	0.2247	0.1933	0.245
Pěnkava obecná	0.14124	0.01532	< 0.001	0.00704	0.16662	0.966
Sojka obecná	-0.01296	0.02991	0.665	0.04123	0.02081	0.0476
Křivka obecná	0.49638	0.07249	< 0.001	-0.13937	0.04201	< 0.001
Lejsek šedý	-0.23591	0.0696	< 0.001	-0.001357	0.110395	0.99
Sýkora uhelníček	0.34873	0.02598	< 0.001	0.01308	0.02643	0.621
Sýkora modřinka	-0.38654	0.03409	< 0.001	-0.03017	0.06105	0.621
Sýkora parukářka	0.23313	0.05099	< 0.001	0.01751	0.0516	0.734
Sýkora koňadra	-0.34887	0.02161	< 0.001	-0.04655	0.03744	0.214
Sýkora lužní	-0.02159	0.07182	0.764	-0.232	0.1012	0.0219
Sýkora babka	0.02538	0.05295	0.632	-0.30344	0.08651	< 0.001
Rehek zahradní	-0.06411	0.06706	0.339	0.54598	0.08429	< 0.001
Budníček menší	0.01522	0.01857	0.413	-0.09404	0.02419	< 0.001
Budníček lesní	-0.09895	0.04016	0.0137	0.08388	0.06649	0.207
Budníček větší	0.49165	0.05259	< 0.001	-0.000981	0.124204	0.994
Žluna zelená	-0.14694	0.05846	0.012	0.0629	0.1091	0.564
Pěvuška modrá	0.39635	0.04416	< 0.001	-0.11722	0.0435	0.00705
Hýl obecný	0.36291	0.05919	< 0.001	-0.11103	0.06302	0.0781
Králíček ohnivý	0.11813	0.03673	0.0013	-0.02166	0.03999	0.588
Králíček obecný	0.45118	0.03376	< 0.001	0.000956	0.031509	0.976
Brhlík lesní	-0.23243	0.02769	< 0.001	0.004222	0.047436	0.929
Špaček obecný	-0.51923	0.07842	< 0.001	0.2828	0.1502	0.0598
Pěnice černohlavá	-0.05862	0.01631	< 0.001	-0.05255	0.021	0.0123
Pěnice slavíková	-0.07942	0.06152	0.197	0.01189	0.09477	0.9
Pěnice hnědok.	0.18408	0.07962	0.0208	-0.06128	0.11771	0.603
Pěnice pokřovní	-0.04758	0.09811	0.628	-0.1212	0.1221	0.321
Střízlík obecný	0.13165	0.0293	< 0.001	0.06948	0.0336	0.0386
Kos černý	-0.01511	0.01916	0.43035	-0.02786	0.02453	0.256
Drozd zpěvný	0.07964	0.01923	< 0.001	-0.0909	0.0273	< 0.001
Drozd brávník	0.31253	0.02994	< 0.001	0.0156	0.04023	0.698